

Professional
Management
Expertise
Center



مركز
الخبرات
المهنية
للإدارة



٥/١٠ منهج المدير الفعال
٤/٥/١٠ إعداد خطط العمل
وتحويل الأفكار
إلى برامج



INTEGRATED
TRAINING
MODULES

الخط
المختص
للخدمة



إعداد المادة العلمية:
خبراء مركز الخبرات المهنية للإدارة، بيمك،

تحت إشراف:
د. عبد الرحمن توفيق

الطبعة الثالثة

٢٠٠٤

٥/١٠ منهج المدير الفعال
٤/٥/١٠ إعداد خطط العمل
وتحويل الأفكار

إلى برامج

الترقيم الدولي ٩٧٧-٣٣٧-٠١٨-٦١

رقم الإيداع: ٢٠٠٠/٩٧٤٠



إعداد خطط العمل وتحويل الأنكار إلى برامج

صفحة	المادة
١	- المدخل الكمي لتحويل الأفكار الجديدة إلى برامج عمل .
٩	- البرمجة الخطية كأحد أساليب إعداد الخطط وبرامج العمل .
٣٠	- مشكلة التخصيص واستخدامها .
٤٨	- طريقة النقل وتطبيقاتها في إعداد الخطط وبرامج العمل .
٦٦	- الأساليب المختلفة لإعداد الموازنة الرقابية .
٧٠	- الميزانية التقديرية
٧٦	- تقييم المشروعات ودراسة التكلفة والعائد .
٨٧	- تحليل نقطة التعادل كأحد أدوات التخطيط .

المدخل الكمي لتحويل الأفكار الجديدة إلى برامج عمل نشأة وتطور بحوث العمليات

تتصف للمشروعات الحديثة بالتعقد في عملياتها ، وكذلك تشابك وتداخل تلك للتغيرات المؤثرة على مختلف أوجه نشاطها ، ولذلك فإن أساليب الإدارة المبينة على مجرد الخبرة الشخصية والتي تستند على منطق التجربة والخطأ لم تعد تصلح لإنفاذ قرارات سليمة تضمن الاستخدام الفعال للمكانيات والموارد المتاحة دون الوقوع في أخطاء قد تؤدي إلى فشل المشروع . فإذا كان أسلوب الإدارة التقليدية يتمشى مع طبيعة المشروعات في الماضي إلا أن الإدارة اليوم تواجه نوعاً من التحدي فرضته عليها زيادة أعبائها ، وكبر حجم المشروعات التي تقوم بإدارتها ، وتعقد مشاكلها وعدم استقرار الظروف والعوامل البيئية المحيطة بها . ومن ثم كان من الضروري التوصل إلى أساليب إدارية جديدة تتوافق مع منطق العلم وتتناسب مع مستوى التقدم التكنولوجي وتساير روح العصر .

إن جوهر عملية اتخاذ القرار هو الحسم أو البت أو إختيار أحد الحلول من بين عدد من الحلول البديلة الممكنة لتنفيذ موضوع ما ، وذلك في إطار وعلى ضوء معطيات ومعايير تساعد على حسن الإختيار . وتتم عملية الإختيار هذه على مراحل مختلفة وإستناداً إلى معلومات متشابهة متناخلة وتحت مصادر ضغط مختلفة ومؤثرات متباينة الأمر الذي يجعلها عملية صعبة ومحفوفة بالأخطار ولذلك فإن الثورة الإدارية هي الوصف والسمة الظاهرة لهذا العصر الذي نعيش فيه ، ومن معالم هذه الثورة الإدارية هي بحوث العمليات فهي مدخل العلم المستخدم في حل المشكلات التي تصادف الإدارة العليا للمشروعات وبمعنى آخر فإن بحوث العمليات هي تطبيق الطريقة العلمية لتحليل المشاكل العملية بهدف توفير الأساس الكمي الذي يمكن الإدارة من إتخاذ القرارات ، ومن ثم فإنها تمثل أداة هامة من الأدوات التي تسهم في توفير المعلومات والحقائق للإدارة بحيث تتمكن الأخيرة من اتخاذ القرارات السليمة فيما يعترضها من مشكلات .

التعريف ببحوث العمليات Operations Research

من أبرز التطورات التي لحقت بميدان الأعمال بصفة عامة ومجال الصناعة بصفة خاصة ، هو ذلك الإتجاه القوي الذي ظهر خلال القرن الأخير والذي يتمثل في تطبيق الأساليب العلمية في حل المشكلات المختلفة . إن تاريخ هذا الإتجاه يرتبط بتلك الجهود التي قام بها مجموعة من العلماء الأوائل رفضوا فكرة أن الإدارة فن واعتنقوا مبدأ أن الإدارة علم مبني على قواعد وأصول وأسس علمية وذلك من خلال حركتهم التي سميت بحركة الإدارة العلمية Scientific Management ، والتي برزت في عام ١٩١١م وذلك عندما نشر فريدريك ونسلو تايلور كتابه الذي أثار جدلاً كبيراً في ذلك الوقت بعنوان الإدارة العلمية Scientific Management والذي طرح فيه فكرة ضرورة إحلال الطريقة العلمية والمبنية على الأسلوب العلمي الذي يرتكز على جمع الحقائق وتحليلها للوصول إلى تفسير للمظاهرة محل البحث ، وذلك بدلاً من طريقة الحكم الشخصي والتجربة والخطأ . ولذلك يمكن أن يقال أن أهم ما جاء به «تايلور» لنهضة نظرية الإدارة هو إصراره على ضرورة تطبيق الطريقة العلمية لحل ما يواجهه الإدارة من مشكلات . ولقد كانت أساليب الإدارة العلمية في عهد تايلور تنحصر في دراسة الزمن والحركة Time and Motion Study وتحديد معدلات الأداء .

وبمرور الوقت أصبحت إدارة المشروعات عملية معقدة في عالمنا المعاصر بسبب تعدد وتنوع وتشابك وتداخل المتغيرات المؤثرة والمتأثرة بالقرار المعين ، وأصبح على الباحثين العمل على إيجاد أساليب علمية متطورة تتناسب مع طبيعة المشاكل المتعددة المجالات وللتدخل المتغيرات والمتعارضة الأهداف .

ولذلك اتجهت الجهود إلى استخدام أساليب علمية أكثر تقدماً لحل مختلف أنواع المشاكل وهي الأساليب التي يطلق عليها إصطلاح بحوث العمليات .

ولقد تعددت وتباينت الآراء ووجهات النظر في التعريف ببحوث العمليات ، إلا أن هذا التعدد لم يكن يحمل في طياته إختلافاً حقيقياً بقدر ما كان إبراز نواحي معينة والتأكيد عليها من وجهة نظر واضح التعريف ، ولذلك سنجد بعد إستعراض عدد من هذه التعاريف أنها تلتقي جميعاً عند مجموعة من الخصائص أو السمات هي التي تشكل في مجموعها أهم خصائص بحوث العمليات .

فقد عرفت جمعية بحوث العمليات في المملكة المتحدة بحوث العمليات بأنها هي تطبيق الطرق العلمية على المشاكل المعقدة التي تنشأ عند توجيه وإدارة النظم الكبيرة من الأفراد ، والمعدات ، والمواد ، والأموال في ميدان الصناعة والتجارة ، والحكومة والدفاع ، والمبخل المميز هو إعداد نموذج علمي للنظام يتضمن قياساً للعوامل المختلفة كالصدفة والخطر ، وبمقتضى ذلك النموذج يمكن التنبؤ ومقارنة عوائد مختلف القرارات والإستراتيجيات البديلة وذلك بهدف مساعدة الإدارة في تحديد سياساتها وإجراءاتها بأسلوب علمي .

كذلك وضعت جمعية بحوث العمليات الأمريكية تعريفاً مختصراً لبحوث العمليات مؤداه بحوث العمليات هي التي تهتم بالتحديد العلمي لأفضل تصميم وتشغيل نظم العامل والآلة ، وذلك عادة في الظروف التي تتطلب تخصيصاً للموارد المحدودة .

ويعد التعريف الذي وضعه تشرمان Charchman وآخرون ، ذو أهمية خاصة لأنه يركز الضوء على أهمية استخدام بحوث العمليات ، فقد جاء تعريفهم لها بأنها تطبيق الأساليب العلمية الخاصة بالنظام بهدف إمداد الإدارة بحلول مثلى لمعالجة هذه المشاكل ، وقد عرف دانتزينج Dantzing بحوث العمليات بأنها علم الإدارة ، أي علم إتخاذ القرارات وتطبيقها .

وعرف واجنر Wagner بحوث العمليات بأنها مدخل العلم المستخدم في حل المشكلات التي تصادف الإدارة العليا للمشروعات .

أما مورس وكيمبال Morse and Kimball فقد عرفا بحوث العمليات بأنها تطبيق الأسلوب العلمي عن طريق توفير الأساس الكمي الذي يمكن الإدارة من إتخاذ القرارات الإدارية .

ويمكن من خلال تحليل وفحص التعريفات السابقة - وغيرها - أن نلمس ونستنتج أن هناك تركيزاً على بعض النواحي تشارك جميعها في إبرازها ، وهي تشكل في مجموعها أهم الخصائص والسمات التي تحدد إطار بحوث العمليات وهي :

أولاً : أن بحوث العمليات تأخذ بالنظرة الشاملة - أي بمفهوم النظام - إلى المنظمة أو إلى المشكلة المعينة . وتعني هذه الخاصية أن بحوث العمليات تتخذ من مدخل النظم أساساً لوصف الظواهر والمشكلات وتشخيصها . ليس من خلال إدارات المنظمة كوحدات

قائمة بذاتها ، ولكن من خلال الأجزاء المكونة للنظام من حيث علاقات التفاعل فيما بينها ، ولذلك فإن الدراسات الخاصة ببحوث العمليات لن تكون موجهة نحو كل إدارة من إدارات المنظمة ، وإنما على العلاقات للتداخلية بينها ، إلا في بعض الحالات التي تكون فيها بعض المشاكل مرتبطة ببعض الوظائف فقط داخل المنظمة .

ثانياً : أن بحوث العمليات تركز على الطريقة العلمية كأساس ومنهج في البحث والدراسة ، وهي بطبيعة الحال أحسن الطرق كفاءة وفاعلية إذا ما إتبعها متخذ القرار في كل ما يواجهه من مشكلات ، وتقتضى الطريقة العلمية في حل المشاكل السير في خطوات أربعة محددة ، أولها التحديد الدقيق للمشكلة وتحديد كافة أبعادها ، ثم تأتى الخطوة الثانية المتمثلة في تكوين مجموعة الفروض التي تعطى تفسيراً معقولاً لأبعاد المشكلة ، أما الخطوة الثالثة فهي إختيار صحة تلك الفروض وإستعراض البدائل التي تسهم في حل المشكلة على ضوء الفروض الصحيحة ، ثم بعد ذلك تأتى الخطوة الرابعة والمتمثلة في إختيار الحل الأمثل من مجموعة الحلول البديلة ووضعه موضع التنفيذ ومتابعة نتائج التنفيذ ، وبحوث العمليات تعتمد على هذه الخطوات الأربعة عند معالجة ما يواجهه الإدارة من مشاكل وذلك هو الذى يكسبها خاصية هامة وهي إرتكازها على المنهج العلمى في البحث والدراسة ، وسيظهر ذلك بوضوح عند التعرض لخطوات بناء النماذج .

ثالثاً : تعتبر عمليات بناء النماذج الرياضية عصب بحوث العمليات . والنموذج الرياضى لا يخرج عن كونه تمثيل مبسط للواقع في صورة نموذج يعكسه ويمثله ، والغرض منه إستنباط علاقات بين متغيرات معينة ، بحيث يمكن تحقيق هذه العلاقات عن طريق إستخدامها في صورة وصفيّة أو تنبؤيّة . ويمكن التوصل أحياناً إلى نتائج ما كان يمكن إستنتاجها أو ملاحظتها في غيبة هذا النموذج ، لذلك تهتم بحوث العمليات ببناء النماذج الرياضية .

رابعاً : من الخصائص المميزة لبحوث العمليات أنها تركز على مفهوم تكامل المعرفة لفروع العلم المختلفة فهي تستفيد من التقدم والخبرة والمعرفة من مجموعة العلوم في مختلف التخصصات ، لأن ذلك من شأنه أن يسهم في إيجاد التكامل في المفاهيم ، والذى

يعتبر ضرورياً لتفسير الظواهر تفسيراً متكاملاً الأبعاد ، فمثلاً يمكن القول أن نظم العامل والآلة Man - Machine Systems لها أبعادها المتنوعة منها الطبيعية والبيولوجية والسيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية والهندسية . لذلك فإن فهم هذه النظم فهماً صحيحاً يتطلب تعاوناً من التخصصين في هذه العلوم .

تلخيص للتطور التاريخي لبحوث العمليات

رجع بعض مفاهيم وتفاصيل وضع وتكوين وتحليل النماذج المستخدمة اليوم إلى عدة قرون ماضية ، أي أن بحوث العمليات وإن كانت تعتبر علماً حديثاً نسبياً إلا أن بعض جذورها العلمية وبعض الأسس التي تركز عليها لها تاريخ يسبق بكثير بحوث العمليات كما نعرفها اليوم ، فنظرية الاحتمالات Probability theory يرجع تاريخ العمل بها إلى القرن السابع عشر ، كذلك فإن التطورات التي لحقت بحسابات التفاضل والتكامل Differential and Calculus كانت بفضل كل من إسحاق نيوتن [sace Newton] وجوتفريد ليبنتز G.V. Liebnitz .

كذلك فقد شهد بداية هذا القرن ظهور نماذج مراقبة الجودة والتي قدمها كل من فورد هاريس Ford Harris في مصانع وستنجهاوز . وويلسون R.H. Willson في مصانع بل للتليفونات . كما قدم ماركوف A.N. Markov دراسات مبدئية عن النماذج الديناميكية Dynamic Models . كذلك ينسب الفضل إلى إيرلنج Erlang خلال فترة حياته من عام ١٨٧٨م حتى عام ١٩٢٩م في تقديم التحليل الإقتصادي لخطوط الانتظار في مصنع كوينهاجن للتليفونات .

وبرغم الجهود السابقة إلا أنه يمكن القول أن بحوث العمليات لم تبدأ كمجال منظم للدراسة والبحث إلا خلال الحرب العالمية الثانية وتحديداً في عام ١٩٤٠م حين كون الجيش الإنجليزي فريقاً مكوناً من مجموعة من العلماء على رأسها البروفيسور بلاكت P.M.S. Blakett والحائز على جائزة نوبل في الطبيعة أسندت إليه مهمة بحث ودراسة عدد من المشاكل الاستراتيجية والتكتيكية المعقدة والخاصة بدراسة مشكلة تطوير جهاز الرادار وتحديد المواقع المثلى لأجهزة الرادار والربط بينها وبين المدفعية للزيادة للطائرات والأنوار الكاشفة والطائرات الاعتراضية وغير ذلك من عناصر نظام الدفاع الجوي وبعد ذلك اتسعت لتشمل البحرية البريطانية .

ولقد ضم هذا الفريق علماء في للطبيعة والرياضيات ، ووظائف الأعضاء ، والجيولوجيا ، والرياضيات الطبيعية ، وعلماء الفيزياء الفلكية ، وضباط من الجيش ، وفروع أخرى من العلم وأطلق على هذا الفريق مجموعة بحوث العمليات العسكرية Army operational Research Group ، ويبدو واضحاً أن مجموعة المهارات والمعارف التي يضمها هذا الفريق تمكنه من التعامل مع المشكلات المعقدة وذلك إذا ما قورن بقدره نوعية فريدة من هذه المهارات بالتعامل مع ذات المشاكل ، ولقد حققت هذه المجموعة نجاحاً هائلاً في إيجاد حلول لمختلف المشكلات التي تناولتها مثل تأمين وحماية القوات العسكرية ، وقدرتها في إستغلال الموارد المحدودة من الرجال والمعدات للقوات البريطانية في صد العدوان الألماني وتحويل بريطانيا من موقف الدولة المدافعة إلى الدولة المهاجمة في عام ١٩٤٢ م .

ولقد كان هذا النجاح الهائل لهذا الفريق سبباً من أسباب إنتصارات الجيش الإنجليزي في معركة بريطانيا الجوية ، ومعركة شمال الأطلنطي ، وغزوة الجزيرة في المحيط الهادي ، ولذلك فقد تم تكوين مجموعات مشابهة في مختلف فروع القوات المسلحة الإنجليزية ، وبدأت الولايات المتحدة الأمريكية في تتبع تلك الخطى وكونت فرقاً مشابهة تضم علماء متخصصون في مختلف فروع العلم والمعرفة في جميع أفرع القوات المسلحة الأمريكية ، وقد نجحت بالفعل هذه الفرق في حل الكثير من المشكلات المعقدة في عديد من المجالات .

وبنهاية الحرب العالمية الثانية وإنخفاض الميزانية المخصصة لبحوث الجيش ، بدأ التخلص من العديد من الأفراد الذين كانوا يعملون في فرق بحوث العمليات ممن إكتسبوا خبرة في هذا المجال وتصادف أن كان ذلك في توقيت ظهرت فيه حاجة مديري للصانع للتخطيط لزيادة الإنتاج وإعادة بناء الكثير من المنشآت الصناعية التي دمرتها الحرب ، ولذلك فقد تلقت المؤسسات المدنية هؤلاء للتخصصون في أساليب بحوث العمليات وجذبهم إليها بعد أن تبين أنه يمكن الإستفادة من هذا الفرع الجديد من فروع المعرفة في الحياة المدنية ، وتحقيق نجاح يماثل ذلك النجاح الذي تحقق في المجال العسكري ، ومن ثم بدأت بحوث العمليات في الإنتشار في مختلف الميادين وخاصة للمنظمات الصناعية والتجارية الكبيرة .

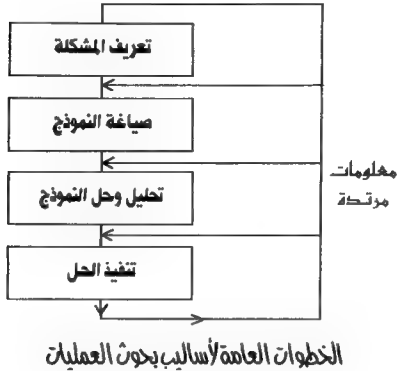
ومن الإنصاف أن نشير هنا إلى أن الإستخدام التجاري للحاسبات الآلية في الخمسينيات كان مفتاح نمو وتطور بحوث العمليات وإنتشار وإتساع تطبيقها ، إذ أن الحلول العملية للمشاكل الإدارية تتطلب الموفرة في القيام بعمليات حسابية متعددة وحفظ كميات ضخمة من

البيانات لا تنجز إلا حينما تنجح تلك الحاسبات الإلكترونية التي تتيح المقدرة على إجراء مثل تلك العمليات الحسابية بالإضافة إلى مقترتها في حفظ وإسترجاع كميات هائلة من البيانات والمعلومات . لذلك فإنه كان من الطبيعي أن تكون بداية وضع أساليب بحوث العمليات موضع التطبيق العملي مرتبط غالباً بالشركات الكبرى التي تملك تلك الحاسبات الآلية . مع ملاحظة أن سرعة ودقة تلك الحاسبات في بداية السنوات الماضية كانت محدودة بمقارنتها بما هو متاح اليوم .

وفي أواخر الستينيات وأوائل السبعينيات حدث تطور آخر بالنسبة للمجالات التي تطبق فيها أساليب بحوث العمليات ، إذ بدء في تطبيقها في مجال الأنشطة الحكومية ومن الأمثلة على ذلك قيام بلدية مدينة نيويورك بإنشاء وحدة لبحوث العمليات أطلق عليها إسم Rand لتعمل جنباً إلى جنب مع باقي وحدات الخدمات الحكومية كالخريق والبوليس والصحة العامة .

الخطوات العامة لأساليب بحوث العمليات

على الرغم من تعدد الأدوات والأساليب التي تستخدم في تطبيقات بحوث العمليات ، وعلى الرغم كذلك من تباينها إلى حد ما في مجالات التطبيق ، إلا أنها تتفق جميعها في العناصر الرئيسية التي تشكل مجموعة الخطوات العامة المشتركة لأساليب بحوث العمليات ، ويوضح الشكل التالي هذه الخطوات .



ويتضح من هذا الشكل أن التعريف والتحديد النقيق للمشكلة هو الخطوة الأولى ، تليها صياغة تلك المشكلة في شكل نموذج ، عندئذ يتم تحليل وحل النموذج واختيار الحل الأمثل للمشكلة ثم تطبيق هذا الحل . ومن خلال الخبرة المكتسبة من تطبيق وتنفيذ الحل يمكن إجراء تحسينات على أي من الخطوات الأربعة السابقة وهذا ما يعبر عنه في الشكل السابق بالمعلومات المرتدة .

البرمجة الخطية كأحد أساليب إعداد الخطط وبرامج العمل

تعتبر مشكلة توزيع الموارد المحدودة على الاستخدامات المتعددة من المشاكل التي تعترض كل فرد منا حتى على مجرد حياته اليومية ، فالطالب يواجه بهذه المشكلة مثلاً عند توزيع ما لديه من وقت متاح بين الإستهلاك ، والنوم ، وتناول الطعام ، ومجالات الإستهتام الأخرى ، كذلك فإن الغالبية العظمى من الأفراد لديهم إمكانيات مالية محدودة ومن ثم فإنهم يواجهون بمشكلة ضرورة إستخدام هذه الأموال أحسن إستخدام .

وتعتبر مشكلة توزيع الموارد بين الاستخدامات المختلفة البديلة من أهم المشاكل التي تواجه المديرين في جميع أنواع التنظيمات - فهم يواجهون بمشكلة هامة وهي الكيفية التي يتم بها توزيع الطاقات الإنتاجية المتاحة على مختلف نوعيات المنتجات التي تقرر إنتاجها - كذلك الكيفية التي يتم بها توزيع ميزانية الإعلان على مختلف وسائل الإعلان من صحافة ، ومجلات ، وإذاعة ، وتلفزيون ، إلخ. بحيث يتحقق الإستخدام الأمثل لهذه الميزانية ، إلى آخر تلك المشاكل التي دائماً ما تواجه المدير وتتطلب منه أن يختار من بين عدة بدائل .

وأسلوب البرمجة الخطية يعتبر من أهم الأساليب التي تساعد الإدارة في حل مشاكل التخصيص ، خاصة إذا علمنا أن مشكلة تخصيص الموارد المحدودة تعتبر نقطة الإرتكاز الأساسية التي يدور حولها العمل الإداري في المنظمات الحديثة ، سواء كانت منظمات صناعية أو خدمية ، كذلك يواجه المدير في المنظمات الحكومية والأجهزة الإدارية المختلفة بنات المشكلة.

تعريف البرمجة الخطية :

يعرف البعض البرمجة الخطية بأنها : أسلوب رياض لحل مشاكل إستغلال الموارد والإمكانيات المحدودة بطريقة تحقق للمشروع أقصى أرباح ممكنة أو صممه أقل تكلفة ممكنة .

كما يعرفها كاتب آخر بأنها : أداة مفيدة حينما يكون هناك عدة متغيرات تؤثر على تحقيق الهدف المرجو ، بحيث تصبح المشكلة هي مشكلة إختيار أحسن التوافيق الخاصة بقيم هذه المتغيرات ، وكما يدل الاسم فإن العلاقة بين كل متغير من هذه للمتغيرات من ناحية والهدف المطلوب تحقيقه من ناحية أخرى يجب أن تكون خطية .

كذلك يعرفها بعض الإقتصاديين بأنها : طريقة رياضية لتخصيص مجموعة من الموارد والإمكانات المحدودة على عدد من الحاجيات للتنافسة على هذه الموارد ، بينما تكون جميع القرارات متشابكة لأنها تقع جميعاً تحت مجموعة من القيود والحدود الثابتة .

كذلك يعرفها هاربر Harper بأنها : إصطلاح يشمل مجال واسع من الأساليب الرياضية التي تهدف إلى تحقيق أداء أمثل في حدود الإمكانيات المتاحة .

كذلك يعرفها ماكور Makower بأنها : الطريقة التي يتم بها تقرير كيفية مقابلة الأهداف المأمولة كتخفيض التكاليف أو تعظيم الأرباح في ظل مجموعة من الثوابت تمثل كيفية الموارد المتاحة .

ويتضح من التعاريف السابقة أن « البرمجة الخطية هي ذلك الأسلوب الرياضي الذي يهدف إلى إيجاد أحسن إستخدام للموارد المحدودة وفقاً لمعيار أفضلية معين » .

الشروط الواجب توافرها لتطبيق أسلوب البرمجة الخطية :

من خلال الإستعراض السابق لفهوم البرمجة الخطية وتعريفاتها يمكن أن نقف على حقيقة أن هناك شروطاً معينة يتعين أن تتوافر في المشكلة التي يراد حلها بإستخدام أسلوب البرمجة الخطية بحيث إذا إفتقدت المشكلة إحدى تلك الشروط فيكون من غير المجدي إستخدام هذا الأسلوب بل يتعين البحث عن أسلوب آخر للتعامل مع تلك النوعية من المشاكل ، وهذه الشروط هي :

أولاً : وجود هدف يراد تحقيقه

لكل منشأة هدف تسعى لتحقيقه ، وعادة ما يكون هذا الهدف مطلوب زيادته وتعظيمه إلى أقصى حد ممكن (مثل الأرباح ، العمالة ، التدفق النقدي الداخل ، الفاعلية ، الكفاءة ، إلخ) ، أو مطلوب تخفيضه إلى أدنى حد ممكن (مثل

التكاليف ، وقت الإنتهاء من التنفيذ ، الإسراف ، المسافة المقطوعة ، إلخ . ، وبطبيعة الحال عندما تواجه للشروع مشكلة ما فإنها تندرج تحت الهدفين السابقين ، ويكون مطلوباً التوصل إلى حل لهذه المشكلة يعمل على تعظيم الهدف أو تدنيته حسب الأحوال ، إلا أنه يتعين أن يكون واضحاً أن مجرد وجود هدف يراد تحقيقه من حل للمشكلة لا يفي بالشرط الأول لتطبيق أسلوب البرمجة الخطية ، إذ يلزم أن يكون في مقدرتنا التعبير عن هذا الهدف في صورة كمية قابلة للقياس الرقمي وليس هدفاً لفظياً وصفيّاً فبحوث العمليات تركز على الأساليب الرياضية الرقمية مما لا يصلح معها التوصيف اللفظي واللفظي للهدف المطلوب تحقيقه .

ثانياً : وجود خطط بديلة ممكنة للوصول إلى الهدف

يتعين أن يكون للمشكلة المراد حلها بإستخدام أسلوب البرمجة الخطية عدد من الخطط البديلة للمكدة التي يمكن أن تصلح أو تسهم في تحقيق الهدف للوضوح وعلى ذلك فإن الشرط الثاني يتلخص في مدى إمكانية وضع عدد من الخطط البديلة لتحقيق الهدف المنشود . وبشرط أن تكون تلك الخطط البديلة قابلة للتعبير عنها وقياسها كمياً ، وأن يكون هناك ارتباطاً فيما بينها ، وبطبيعة الحال عندما يوجد للمشكلة عدة بدائل فإنه بالتالي سيكون لكل بديل من هذه البدائل قدرة معينة على تحقيق الهدف الموضوع ، ومن ثم تصبح المشكلة أمام متخذ القرار هي إختيار ذلك البديل الأكثر كفاءة وفاعلية ومساهمة في تحقيق الهدف إلى أقصى مدى ، ومن ثم يصبح هو ذلك الحل الأمثل الذي نبحث عنه ، وتأسيساً على ما تقدم فإنه لا مبرر لإستخدام أسلوب البرمجة الخطية إذا لم يكن أمام الإدارة في معالجة مشكلة ما سوى حل واحد فقط ولا يوجد أمامها بدائل يمكن أن تكون حلاً ممكنة لهذه المشكلة ، لأنه في هذه الحالة يصبح هذا الحل الوحيد هو الحل الحتمي للفروض الأخذ به من جانب متخذ القرار .

ثالثاً : وجود قيود على عملية الإختبار من بين البدائل والخطط المتاحة

ونعني بذلك أن هناك نهايات محددة تحد من الإنطلاق إلى ما لا نهاية في تحقيق الهدف المنشود ، فإذا كان الهدف المراد تحقيقه تحقيق أقصى ربح ممكن فإن ذلك ليس معناه تحقيق ما لا نهاية من الأرباح ، لأن ذلك يتطلب أن تكون الأدوات المطلوبة لإحداث وتحقيق هذا الربح لا نهائية وغير محدودة ، وهذا غير حقيقي فأى منشأة مهما كان

نوعها تملك من الموارد المختلفة بقدر معين ومحدود ، فمثلاً قد يكون هناك حد أقصى لما يمكن للإدارة الحصول عليه من مادة معينة ، أو طاقة آلية معينة ، أو رأس مال معين ، أو قد يكون هناك حد أقصى للطاقة الإستيعابية للسوق بالنسبة لنوعية معينة من السلع وهكذا. وهذا كله يعنى أن يتم تحقيق الهدف المنشود فى إطار القيود المفروضة على البدائل المتاحة أمام الإدارة ، والحقيقة أنه لو كانت المشكلة التى نعالجها لا توجد عليها قيود مفروضة على تحقيق الهدف ، وأن الموارد متوفرة بالقدر المطلوب وكافة الظروف المختلفة متاحة ، لما كانت هناك مشكلة تحتاج إلى حل ، ولما كانت هناك حاجة إلى الاتجاه إلى البرمجة الخطية أو غيرها من أساليب حل مشاكل الإدارة .

خلاصة القول أن الموارد المتاحة للمنشأة متوفرة بكمية معينة ومن ثم فإن الحد الأقصى لما هو متوفر من أى من تلك الموارد فى فترة زمنية معينة يمثل قيداً لا بد من أخذه فى الاعتبار عند وضع الحلول البديلة .

والقيود نوعان أولهما ما أشرنا إليه فى السطور السابقة وهو ما يمكن أن نطلق عليه القيود المباشرة على البدائل نفسها والتى ذكرنا منها على سبيل المثال الحد الأقصى لما يمكن للإدارة الحصول عليه من مادة معينة ، أو طاقة آلية ، أو ساعات عمل ، أو طاقة إستيعابية للسوق ، إلخ.

أما النوع الثانى من القيود فهو ذلك النوع الذى يخلق الارتباط بين البدائل ، ومثال ذلك إذا كان هناك نوعان من السلع تصنعان من نفس المادة الخام ، فإن هذا القيد يخلق نوعاً من الارتباط بين هاتين السلعتين لأن أى زيادة فى الكمية المنتجة من السلعة الأولى سيؤدى بالضرورة إلى تخفيض عدد الوحدات المنتجة من السلعة الثانية وذلك فى ظل النوعية الأولى من القيود التى تخلق قيداً مباشراً على البدائل نفسها .

رابعاً: أن تكون المتغيرات ذات علاقة خطية مستقيمة

ويعنى ذلك الشرط أنه ينبغى أن تكون المشكلة المراد حلها بأسلوب البرمجة الخطية يمكن التعبير عن هدفها وقيودها فى صورة معادلات أو متباينات خطية ، وتعتبر العلاقة خطية بين ظاهرتين إذا كان تغييراً ما فى قيمة الظاهرة الأولى قيمته الوحدة

الواحدة يؤدي إلى تغيير في قيمة الظاهرة الثانية ولكن بمقدار ثابت ، ويوضح المثال التالي فكرة العلاقة الخطية بين ظاهرتين الأولى تمثل متغير مستقل والثانية تمثل متغير تابع .

قيمة الظاهرة الأولى	مقدار التغير في الظاهرة الأولى	قيمة الظاهرة الثانية	مقدار التغير في الظاهرة الثانية
صفر	—	٥	—
١	١	١٠	٥
٢	١	١٥	٥
٣	١	٢٠	٥
٤	١	٢٥	٥
٥	١	٣٠	٥

إستخدام المدخل البياني للبرمجة الخطية في معالجة المشاكل الإدارية :

سبق أن ذكرنا أن البرمجة الخطية تعالج مشكلة تخصيص الموارد في ضوء الإمكانيات المتاحة طبقاً للأهداف المحددة والتي تتمثل في تحقيق أقصى ربح ممكن (مشاكل تعظيم الأرباح) ، أو بالوصول بالتكاليف إلى أدنى حد ممكن (مشاكل تخفيض التكلفة) لذا سنعالج في الجزء التالي كلا النوعين من المشاكل وكيف يتم التعامل معها من خلال المدخل البياني الذي يعتبر أبسط وأسهل طرق وأساليب البرمجة الخطية .

مشاكل تعظيم الأرباح Maximization Problems

سنناقش في هذا الجزء النوعية الأولى من المشاكل التي يتم التعامل معها بالمدخل البياني للبرمجة الخطية وهي مشاكل التعظيم ، ويجب أن يكون مفهوماً لدينا جيداً من البداية أن المفهوم الوحيد المختلف بين مشاكل التعظيم ومشاكل التخفيض هو أننا نقوم بتعظيم الهدف

في الحالة الأولى أي الوصول به إلى أقصى حد ممكن ، في حين نقوم بتخفيض الهدف في الحالة الثانية أي الوصول به إلى أدنى حد ممكن .

ولتوضيح كيفية حل مشاكل تعظيم الأرباح باستخدام الطريقة البيانية للبرمجة الخطية سنسوق المثال المبسط التالي والذي يصف مشكلة للزيج الإنتاجي لإحدى الشركات التي تهدف إلى تعظيم أرباحها .

وصف المشكلة Problem Description

تقوم شركة القاهرة للصناعات الهندسية بإنتاج السلع الهندسية المنزلية سهلة الاستخدام ، وقد تمكنت من خلال تجاربها وأبحاثها أن تتوصل إلى تصميم نموذجين من سلعة معينة للإستخدام المنزلي يمتازان برخص ثمناتها ، وهي تفكر حالياً في إنتاج هذه النماذج . ولقد واجه مدير تخطيط ومراقبة الإنتاج بمشكلة تحديد كمية الإنتاج من كل من هذين النموذجين في ضوء الطاقة المحددة للمصنع ، ولهذا الغرض فقد تم تجميع البيانات التالي :

- هامش الربح للنموذج الأول (س ١) يبلغ ٧ جنيهات ، وهامش ربح للوحدة من النموذج الثاني (س ٢) يبلغ ١٠ جنيهات .

- يمر كلا النموذجين على مراكز إنتاجية متشابهة وإن اختلفت إحتياجات كل نموذج من طاقة هذه المراكز ، فالنموذج (س ١) يحتاج إلى ثلاث ساعات من قسم التصنيع ، وساعتين من قسم التجميع ، أما النموذج الثاني فإنه يحتاج إلى ساعتين من قسم التصنيع وأربع ساعات من قسم التجميع ، وقد توقع مسئول قسم التصنيع أنه سيكون لديه طاقة متاحة مقدارها ٣٦ ساعة للأسبوع المقبل ، كذلك ٤٠ ساعة للأسبوع المقبل بقسم التجميع .

- يحتاج النموذج الأول إلى وحدة واحدة من رقائق الخشب لإنتاج سلعة واحدة من هذا النموذج ، وقد تبين أن مورد هذه الرقائق لديه مشكلة إنتاجية وهو غير قادر إلا على توريد (١٠ وحدات) من هذه الرقائق وذلك للأسبوع القادم .

من خلال المعلومات السابقة فإن مدير تخطيط ومراقبة الإنتاج يريد تحديد كمية الإنتاج من كل من النموذجين للأسبوع القادم والتي تعمل على تحقيق هدف أقصى ربح ممكن .

خطوات الحل باستخدام الطريقة البيانية :

لتسهيل فهم طريقة الحل باستخدام الأسلوب البياني فإننا سنعرض للخطوات المتتالية لذلك الأسلوب ، ولكن قبل أن نستعرض في شرح هذه الخطوات سنضع المشكلة في مثالنا السابق على الصورة التالية ليسهل إدراكها بسرعة .

النموذج	هامش الربح	قسم التصنيع	قسم التجميع	رقائق الخشب
س ١	٧ جنيه	٣ ساعة	٢ ساعة	وحدة واحدة
س ٢	١٠ جنيه	٢ ساعة	٤ ساعة	—
الطاقة المتاحة	—	٣٦ ساعة	١٠ ساعة	١٠ وحدات

لحل هذه المشكلة بالطريقة المتاحة يتعين السير في خطوات الحل التالية :

الخطوة الأولى : صياغة المشكلة Formulating the Problem

ونعنى بذلك إعداد الصياغة الرياضية للمشكلة أى تحويل المشكلة من صورتها الوصفية التى ظهرت بها بالشكل السابق إلى شكل صياغة رياضية تشتمل على عدد من المعادلات والمتباينات حتى يمكن إستخدام للدخل البياني فى التعامل مع المشكلة ، فالمتطلبات تحديد الهدف والتعبير عنه فى صورة كمية أى معادلة رياضية أو دالة رياضية ، وتحديد القيود والتعبير عنها فى شكل معادلات ومتباينات ، حينئذ يمكن إستخدام الأسلوب الكمي الرياضى فى التعامل مع المشكلة ، ولعل هذا تأكيد لما سبق قوله من أن عملية بناء النماذج الرياضية هى عصب بحوث العمليات .

وتتكون الصياغة الرياضية للمشكلة من العناصر الأساسية الآتية :

١- وضع أو صياغة دالة الهدف Stating the objective Function

الخطوة الأولى في صياغة المشكلة هي تحديد الهدف Specify the Objective الذي سيتم استخدامه كمقياس أو مؤشر لتقييم الحلول البديلة للمكنة ، فالخطة التي سيعدها مدير تخطيط ومراقبة الإنتاج سيتم تقييمها من جانب الإدارة العليا على أساس مدى مساهمتها في الوصول بالأرباح إلى حدتها الأقصى . وحيث أن الهدف هو تعظيم إجمالي المساهمة في الأرباح ، لذلك فإننا نحتاج إلى تحديد مساهمة كل متغير قرارى Decision Variables من إجمالي المساهمة في الأرباح (للتغيرات القرارية هي للمثلة للمشكلة موضوع الحل أى في مثالنا هذا هي عدد الوحدات من كل نموذج والتي سيتم اختيار إنتاجها ، والمعادلة التي تحدد الهدف في صورة للتغيرات القرارية تسمى دالة الهدف ، وفي حالة مثالنا الذي نحدد بصده يمكن كتابة دالة الهدف بالشكل التالي :

إجمالي المساهمة = (مساهمة النموذج الأول) + (مساهمة النموذج الثاني) وحيث أن إجمالي المساهمة (ر) لكلا النموذجين يساوى مساهمة الوحدة الواحدة من كل منهما في الربح مضروباً في عدد وحدات كل نموذج . وعليه فإن دالة الهدف تصاغ كالآتي :

$$د (ر) = ٧ س ١ + ١٠ س ٢$$

$$\text{أو تعظيم } ٧ س ١ + ١٠ س ٢$$

كما يمكن كتابتها بشكل آخر كالآتي :

$$د (ر) = ٧ س ١ + ١٠ س ٢ \text{ أقصى أرباح ممكنة}$$

٢- وضع أو صياغة القيود Stating the constraints

قبل الدخول في خطوة صياغة القيود قد يكون من المفيد أولاً تحديد أو تعيين قيود الموارد Determining The Resource Constraints ، فمن التوصيف السابق للمشكلة تبين أن هناك ثلاثة أنواع من قيود الموارد هي الطاقة الآلية المتاحة بقسم التصنيع ، والطاقة المتاحة بقسم التجميع ، وعدد الوحدات التي يمكن للحصول عليها من رقائق الخشب ، لذلك سنجد ثلاثة قيود على متخذ القرار كل قيد منها يمثل مورداً محدداً .

وبعد التعرف على قيود اللوارد نكون بحاجة إلى التعبير عن كل منها في صورة رياضية ، وهذا يعني أننا نريد أن نربط بين استخدام اللوارد المحدودة والمتاح منها في صورة معادلة أو متباينة رياضية ، وسنقدم ذلك على النحو التالي :

أ - القيد الأول في مثالنا هذا سيتعلق بطاقة قسم التصنيع ، ويخفى أن تكون طاقة التصنيع التي نحتاجها لإنتاج س_١ ، س_٢ ليست أكثر من المتاح منها أي أن :

(طاقة التصنيع التي تستخدم في إنتاج س_١) + (طاقة التصنيع التي تستخدم في إنتاج س_٢)

⤵ (طاقة التصنيع المتاحة)

ويلاحظ أن العلامة ⤵ تشير إلى أن الطرف الأيمن قد يساوى أو يقل عن الطرف الأيسر وحيث أن طاقة قسم التصنيع معبراً عنها بعدد الساعات هي ٣٦ ساعة أسبوعياً ، وأن احتياجات الوحدة الواحدة من النموذج الأول هو ٣ ساعات من قسم التصنيع . كما أن احتياج الوحدة الواحدة من النموذج الثاني هو ٢ ساعة من نفس القسم ، لذلك يمكن صياغة القيد الأول الخاص بقسم التصنيع في صورة رياضية كالآتي :

$$٣٦ \geq ٣س_١ + ٢س_٢$$

ب - وب نفس الطريقة يمكن أن نربط بين استخدام طاقة قسم التجميع والطاقة المتاحة به كالآتي :

(طاقة قسم التجميع المستخدمة) (طاقة قسم التجميع المستخدمة)

+ (في إنتاج س_١) (في إنتاج س_٢)

((طاقة قسم التجميع المتاحة))

أو بصورة رياضية :

$$٤٠ \geq ٤س_١ + ٣س_٢$$

ج - أما القيد الثالث والخاص بالعدد المحدد من رقائق الخشب المتاحة ، فنلاحظ أن رقائق الخشب تستخدم فقط في إنتاج النموذج الأول ، وأن النموذج الثاني من المنتجات لا يرتبط بهذا القيد ، أي أن هذا القيد يمكن كتابته بصورة وصفية كالآتي :

$$\langle \text{عدد وحدات رقائق الخشب} \rangle > \langle \text{عدد رقائق الخشب المتاحة} \rangle$$

$$\langle \text{المطلوبة لإنتاج س}_1 \rangle$$

أو بصورة رياضية :

$$\text{س}_1 \geq 10$$

د - من ناحية أخرى فإنه يتعين وفقاً للمنطق أن يكون الإنتاج في كميات غير سالبة وهذا المنطق والمفهوم يقودنا إلى نوع آخر من القيود يطلق عليه شرط عدم السلبية Non - negativity Condition وهو القيد الخاص بتحديد المتغيرات القرارية في كميات غير سالبة Non - Negative Quantities بل يمكن أن تكون في كميات موجبة أو صفرية ويتم التعبير عنه بالصورة الآتية :

$$\text{س}_1 \leq \text{صفر}$$

$$\text{س}_2 \leq \text{صفر}$$

وتلخيصاً لما تقدم فإن الصياغة الرياضية لمشكلة شركة القاهرة للصناعات الهندسية ستأخذ الصورة النهائية الآتية :

$$\text{تعظيم د (ر) } 7 = \text{س}_1 + 10 \text{ س}_2$$

$$\text{بشرط أن: } 3 = \text{س}_1 + 2 \text{ س}_2 > 36$$

$$2 \text{ س}_1 + 4 \text{ س}_2 > 40$$

$$\text{س}_1 \geq 10$$

$$\text{س}_1 \leq \text{صفر}$$

$$\text{س}_2 \leq \text{صفر}$$

الخطوة الثانية : تحويل متباينات القيود إلى معادلات

حيث أن القيود التي وريت في الصياغة الرياضية للمشكلة ليست معادلات تماماً لأنها (أقل من أو يساوي) أي أنها متباينات لذلك لا يمكن تمثيلها على الرسم البياني إلا بعد تحويلها لتأخذ شكل معادلات (=) ، ويقم ذلك عن طريق الإستبعاد للوقت للإشارة (أقل من) أي أنه يتم تحويل متباينات القيود إلى معادلات عن طريق الإهمال للوقت للإشارة (أقل من) ، ويلاحظ أن هذا لا يعتبر إخلالاً بالأساس الرياضي للمنطق للرياضيات لأن هذا الإستبعاد سيكون مؤقتاً بمعنى أنه بعد التمثيل البياني لمعادلات القيود بالرسم سوف نسترد الإشارة التي إستبعدناها وذلك بأن نحدد في أي جهة من هذا الخط سيكون الحل ممكناً وفي أي جهة يكون الحل غير ممكن .

وبتطبيق هذه الخطوة على متباينات القيود (أي إهمال وإستبعاد الإشارة التي تحول تساوي طرفي القيد) ينتج لدينا المعادلات الآتية :

$$٣س١ + ٢س٢ = ٣٦ \quad (\text{معادلة التصنيع})$$

$$٢س١ + ٤س٢ = ٤٠ \quad (\text{معادلة التجميع})$$

$$١٠ = \quad (\text{معادلة رقائق الخشب})$$

ولكن قد يثار تساؤل ولماذا لم يتم معاملة شرط عدم السلبية (س١ ، س٢ > صفر) نفس المعاملة وتحويلها إلى معادلات ؟ للإجابة على ذلك نقول أن هذين القيدين يمثلان مفهوم أنه لا يمكن إنتاج قيمة سالبة من أي من النموذجين س١ ، س٢ ويمكن تمثيلهما بيانياً دون الحاجة إلى تحويلهما إلى معادلات وذلك كالآتي :

١ - إذا فرضنا أن المحور الأفقي في الرسم البياني سيمثل النموذج س١ ، فإنه يمكن القول أن جميع النقاط الواقعة على خط المحور الرأسى يمثل قيماً مقربة للمتغير س١ ، وجميع النقاط الواقعة على يمينه تمثل قيماً موجبة لهذا المتغير أي أن جميع النقاط الواقعة على خط المحور الرأسى وعلى يمينه يكون فيها المتغير القرارى س١ ، صفر . وعليه فإن إختيار أن يكون الرسم البياني على يمين المحور الرأسى ما هو إلا تمثيل بياني للقيد س١ ، صفر .

ب - بنفس التحليل السابق ، فإن أى نقطة تقع على خط المحور الأفقى تكون فيها قيمة $s_p =$ صفر ، وأن أى نقطة تعلق هذا الخط تمثل كميات موجبة من s_p ، أى أن جميع النقاط الواقعة على المحور الأفقى أو تعلوه تكون فيها قيمة s_p ، صفر ، وعليه فإن إختيار أن يكون الرسم البياني أعلى المحور الأفقى ما هو إلا صثيل بياني للقيّد s_p ، صفر .

ج - وحيث أن المثال الذى نحن بصدد حله الآن يتضمن فى صياغته شرطاً لعدم سلبية كل من المتغيرات القرارية أى أن s_p ، صفر ، s_p ، صفر . إذن المنطقة التى تكون فيها قيمة كل من المتغيرات القرارية ، صفر هى المنطقة المحصورة بين المحور الأفقى (s_p) ، والمحور الرأسى (s_p) فى الجزء الشمالى الشرقى ، وهى المنطقة الوحيدة فى الشكل كله التى يكون فيها كلا المتغيرين القرارين ، صفر ، كما يظهر ذلك فى الشكل التالى :



الخطوة الثالثة : التمثيل البياني لمعادلات القيود

بعد تحديد المنطقة التى سيتم تمثيل معادلات المشكلة فيها أى رسمها بيانياً فى صورة خط مستقيم يمثل كل معادلة منها ، وحيث أن الخط المستقيم يمكن تحديده تماماً بمعرفة أى نقطتان تقعان عليه ، لذلك فإنه لرسم معادلة أى قيد نكون بحاجة إلى تحديد نقطتان فقط على هذا الخط وعن طريق توصيلها يتم رسم الخط المستقيم . ويمكن إيجاد هاتين النقطتين بسهولة عن طريق إختيار أى قيمة لأحد المتغيرين وبالتعويض عنها فى معادلة القيد نحصل على قيمة

التغير الآخر ، ويمكن تكرار ذلك بقيم مختلفة لنحصل على النقطة الثانية . ويمكن تبسيط عملية التعويض وتحديد إحداثيات النقطة عن طريق إختيار أن تكون قيمة أحد المتغيرين = صفر ، ثم التعويض في المعادلة لنحصل على قيمة للمتغير الآخر . وبتكرار تلك الخطوة ولكن للمتغير الآخر الذى سنختار له قيمة صفر ونعوض فى ذات المعادلة لنحصل على قيمة للمتغير الأول .

فمثلاً يمكن توضيح ما سبق ذكره بالتطبيق المباشر على معادلة قسم التصنيع وهى :

$$٣٦ = ٢س١ + ٣س٢$$

بفرض أن $س١ =$ صفر وبالتعويض فى المعادلة

$$٣٦ = ٢س٢ + ٣ * ٠$$

$$٣٦ = ٢س٢$$

$$١٨ = س٢$$

∴ النقطة الأولى هى $س١ =$ صفر ، $س٢ = ١٨$ (صفر ، ١٨)

وبفرض أن $س٢ =$ صفر وبالتعويض فى المعادلة

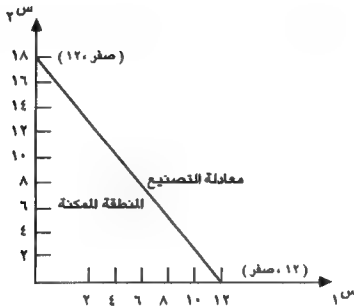
$$٣٦ = ٢س١ + ٣ * ٠$$

$$٣٦ = ٢س١$$

$$١٨ = س١$$

∴ النقطة الثانية هى $س١ = ١٨$ ، $س٢ =$ صفر (١٨ ، صفر)

أى أن الخط الواصل بين النقطتين (صفر ، ١٨) ، (١٨ ، صفر) تمثل المعادلة الخاصة بقيد قسم التصنيع ، والشكل التالى يوضح المنطقة الممكنة بعد رسم خط معادلة قسم التصنيع.

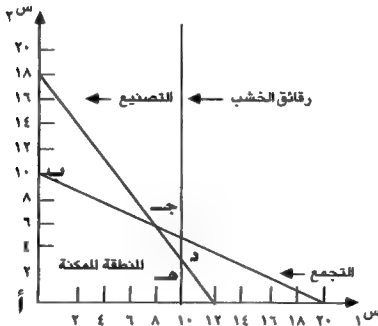


أى أن أى نقطة تقع على المستقيم الممثل لمعادلة التصنيع تساوى ٣٦ ، ولكن الأصل أن تلك المعادلة كانت قيد (أقل من أو يساوى ٣٦) . إننا حان الآن وقت إستيراد إشارة أقل من التى أمملناها وإستبعادها . فحيث أن أى نقطة واقعة على ذلك الخط = ٣٦ إن قيد التصنيع فى أصله يضم خط المعادلة وكل المنطقة الواقعة أسفله والمحصورة بين خط المعادلة وكل المنطقة الواقعة أسفله والمحصورة بين خط التصنيع وكل من المحور الأفقى والرأسى . وبصفة عامة يمكن القول أن أى نقطة داخل المنطقة الممكنة أو على حدودها تحقق قيد التصنيع بالإضافة إلى قيد عدم سلبية كل من S_1 ، S_2 .

وبنفس الطريقة يتم رسم خط معادلة التجميع ومعادلة رقائق الخشب . ويمكن تبسيط إجراءات الحصول على إحداثيات نقاط كل معادلة إذا ما إتبعنا الجدول التالى :

معادلات القيود		إحداثي النقطة الأولى		إحداثي النقطة الثانية	
		بفرض أن ١ س ٠ =	بفرض أن ٢ س ٠ =	بفرض أن ١ س ٠ =	بفرض أن ٢ س ٠ =
٣ س ١ + ٢ س ٢ = ٣٦	صفر	١٨	١٢	صفر	صفر
٢ س ١ + ٤ س ٢ = ٤٠	صفر	١٠	٢٠	صفر	صفر
١ س ١ = ١٠	-	-	-	١٠	صفر

وبتمثيل تلك الإحداثيات على الرسم البياني وتحديد اتجاه منطقة الحلول الممكنة بإدخال الإشارة التي تم إستيعابها لكل معادلة . فإن منطقة الحلول الممكنة التي أخذت في إعتبارها كافة القيود الواردة بالصياغة الرياضية ستظهر على الشكل التالي :



الخطوة الرابعة : تعيين منطقة الحلول الممكنة

Identifying the feasible solutions Region

بعد أن تم التمثيل البياني لكافة القيود الواردة على دالة الهدف بالصياغة الرياضية للمشكلة كما يظهر من الشكل السابق ، يتضح أن هناك منطقة تلتقى فيها ومن خلالها كافة قيود المشكلة أي أنها منطقة تفي ولا تتعارض مع أي قيد من قيود للمشكلة ، وهذه المنطقة ما نطلق عليه منطقة الحلول الممكنة ، ويتضح من الشكل أن تلك المنطقة هي المحددة بالنقاط (أ ، ب ، ج ، د ، هـ) وهذا يعني أن أي نقطة تقع داخل هذه المنطقة أو على حدودها تعتبر حلاً ممكنًا Feasible Solution للمشكلة التي نحن بصدد حلها ولكن هل كل نقطة من هذه النقاط تعتبر حلاً أمثلاً (Optimal Solution) .

إن الحل الممكن ليس بالضرورة حل أمثل ، حيث أن الحل الممكن يحقق عدم التعارض مع أي من القيود المفروضة ولكنه قد لا يحقق دالة الهدف أي لا يصل بالأرباح إلى حدّها الأقصى أو ينزل بالتكلفة إلى أدنى حالاتها . في حين أن الحل الأمثل هو الذي يفي بكافة القيود وفي نفس الوقت يحقق دالة الهدف أي أنه لابد أن يكون حل ممكن ، وحيث أن الحل الأمثل لابد أن يكون حلاً ممكناً فإن ذلك يعني أنه عند نقطة من النقاط الواقعة في هذه المنطقة أو على حدودها يكمن الحل الأمثل الذي يعمل على تعظيم دالة الهدف .

Identifying the Optimal Solution الخطوة الخامسة : تعيين الحل الأمثل

لقد سبق القول أن الحل الأمثل هو حل ممكن أي أنه يقع داخل منطقة الحلول الممكنة أو على حدودها ، ولكن من المعروف أن هذه المنطقة وحدودها تحوي عدداً لا نهائياً من النقاط التي تعتبر كل منها حلاً ممكناً ، وليس من المنطقي أن نقوم بإختبار كل نقطة تقع داخل أو على حدود منطقة الحلول الممكنة لئلا نرى أيها يحقق أكبر قيمة لدالة الهدف لتكون هي نقطة الحل الأمثل ، أننا في حاجة إلى عمل إختبار لعدد محدود فقط من تلك النقاط ولكن كيف يمكن تخفيض النقاط المطلوب إختبارها من بين العدد النهائي الموجود بالمنطقة الممكنة ؟ إن المنطق الرياضي يقف وراء ذلك التحديد إذ أن أي نقطة من النقاط الطرفية Extreme Points هي بالقطع أفضل من حيث توليدها للأرباح من أي نقطة من النقاط الداخلية Interior Points ، أي أننا إستطعنا في هذا التحليل أن نجعل النقاط المطلوب إختبارها من ضمن منطقة الحلول الممكنة

هى فقط النقاط التى تقع على خطوط منطقة الحلول للمعكنة ولكن برغم ذلك التحديد إلا أنه ما زال هناك عدد ضخم جداً من النقاط التى تحويها خطوط حدود منطقة الحلول للمعكنة وعملية إختبارها جميعاً صعبة إن لم تكن مستحيلة ، ولذلك سننسير فى مزيد من التحليل بهدف تخفيض تلك النقاط . بفرض أننا نقف عند النقطة (أ) وهى نقطة عدم الإنتاج بطبيعة الحال أنها تقع على حدود منطقة الحلول للمعكنة ولكنها نقطة حل سئ حيث لا إنتاج ومن ثم لا أرباح ولكن إذا تحركنا عبر المحور س ، فإن كل خطوة نخطوها عبر هذا المحور فى إتجاه النقطة (هـ) ولتكن بمثابة زيادة الإنتاج من النموذج س ، بمقدار وحدة واحدة فإن ذلك يعنى زيادة دالة الهدف بمقدار ٧ جنيه عن كل خطوة ، ومعنى ذلك أن النقطة (هـ) هى أفضل نقطة على خط المحور الألفى ومن ثم يمكن إهمال كل النقاط السابقة عليها لأنها أقل ربحية من النقطة (هـ) . كذلك الحال لو نظرنا إلى المحور الرأسى وإتبعنا ذات التحليل لوجدنا أن النقطة (ب) أفضل جميع النقاط الواقعة على المحور الرأسى ومن ثم يتم إستبعاد كل ما عليها من نقاط على ذلك المحور ، وبتكرار نفس هذا المنطق على خطوط حدود منطقة الحلول للمعكنة يتضح لنا بوضوح أن تتابع النقاط على أى خط فى أحد الإتجاهات يقود من حل حسن إلى حل أحسن ، فى حين أن تتابع تلك النقاط فى الإتجاه الآخر يخفض من قيمة دالة الهدف .

إن ذلك التحليل يقودنا إلى التأكيد على حقيقة هامة وهى : أن النقاط الواقعة على حدود منطقة الحلول للمعكنة هى فقط النقاط التى سيكون من بينها إحدى النقاط الممثلة للحل الأمثل ، كذلك فإن كل خط خارجى من خطوط المنطقة للمعكنة توجد به نقطة واحدة أفضل من كل النقاط الأخرى ، وأن هذه النقاط تقع دائماً عند رؤوس منطقة الحلول للمعكنة أى عند تقاطع خطوط القيود ، وأن الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية لابد أن يكون هو إحدى هذه النقاط .

وهذه القاعدة هامة جداً لأنها قد حصرت وركزت بحثنا عن الحل الأمثل فى النقاط الطرفية فقط ، وفى المثل الذى نتعالجه الآن سيكون بحثنا عن الحل الأمثل فى حدود إختبار خمسة نقاط فقط وهى كل نقاط الرؤوس وهى (أ ، ب ، ج ، د ، هـ) . ومعنى هذا أننا بإستخدام المنطق الرياضى قد خفضنا بحثنا من عدد لا نهائى من النقاط إلى عدد محدود من تلك النقاط ويبقى فقط تحديد نقطة الحل الأمثل من بينها .

إستعراض النقط الطرفية : Enuneration Exterme Points

النقطة (أ): إيجاد قيم المتغيرات القرارية عند هذه النقطة عملية سهلة لأنها تمثل نقطة الأصل والتي فيها س_١ = صفر ، س_٢ = صفر

قيمة دالة الهدف عند (أ) = ٧ * صفر + ١٠ * صفر = صفر

النقطة (ب): وقيم للمتغيرات القرارية عند هذه النقطة عملية سهلة نسبياً حيث أن س_١ = صفر لأنها واقعة على المحور الرأسى وعند س_٢ = ١٠ وهذا طبعاً يمكن قراءته مباشرة من الرسم البياني.

قيمة دالة الهدف عند (ب) = ٧ * صفر + ١٠ * ١٠ = ١٠٠ جنيه

النقطة (ج): وواضح طبعاً من الرسم البياني أنه لا يمكن قراءة إحداثياتها من الرسم مباشرة ولذلك سنبحث عن طريقة أخرى أطول نسبياً لإيجاد إحداثيات هذه النقطة ، إن هذه النقطة تمثل تقاطع خطى القيدين :

$$(\text{معادلة التجميع}) \quad ٤٠ = ٢س١ + ٤س٢$$

$$(\text{معادلة التصنيع}) \quad ٣٦ = ٢س١ + ٣س٢$$

وأسهل طريقة لإيجاد إحداثيات النقطة (ج) يتم بحل زوج المعادلتين السابقتين حلاً أنياً ويتم ذلك عن طريق ضرب أحد المعادلتين في رقم يتم إختياره ليتساوى معامل أحد المتغيرات القرارية في المعادلة مع معامل نفس المتغير في المعادلة الأخرى . وعن طريق طرح المعادلة الجديدة من المعادلة التي لم يتم تغييرها يمكن إيجاد قيمة المتغير القرارى الذى يبقى من عملية الطرح . وتكون هذه الخطوات كالتالى:

$$\begin{array}{r} ٤٠ = ٢س١ + ٤س٢ \\ ٣٦ = ٢س١ + ٣س٢ \\ \hline ٧٢ = ٢س١ + ٦س٢ \quad \leftarrow 2 * \\ \hline ٣٢ = ٤س٢ \quad \text{وبالطرح} \end{array}$$

عندئذ يمكن التعويض بقيمة س_١ في أي من المعادلتين السابقتين لنحصل على قيمة

س_٢ كالآتي:

$$(\text{المعادلة الأولى}) \quad ٤٠ = ٤س٢ + ٢س١$$

$$٤٠ = ٤س٢ + (٨) * ٢$$

$$(١٦ - ٤٠) \quad ٢٤ = ٤س٢$$

$$٦ = س٢$$

أي أن النقطة (ج) تكون فيها قيمة المتغيرات القرارية هي :

$$(س١ = ٨ ، س٢ = ٦)$$

قيمة دالة الهدف عند

$$(ج-) = ٧ * ٨ + ١٠ * ٦ = ١١٦ \text{ جنيه}$$

النقطة (ج): وإيجاد إحداثيات هذه النقطة يعتبر سهل نسبياً ، إذ أنها تمثل نقطة تقاطع

خطي القيدين :

$$س١ = ١٠ \quad (\text{قيدرقائق الخشب})$$

$$س٢ = ٣٦ \quad (\text{قيدرالتصنيع})$$

ويمكن بالتعويض في المعادلة الثانية بقيمة س_١ = ١٠ أن نستنتج قيمة للمتغير الآخر

س_٢.

$$٣٦ = ٢س٢ + (١٠) * ٣$$

$$٣٦ = ٢س٢ + ٣٠$$

$$٣٠ - ٣٦ = ٢س٢$$

$$٣ - \frac{٦}{٢} = س٢$$

أى أن إحداثى النقطة (د) هو (٣، ١٠)

وبذلك تكون قيمة دالة الهدف عند النقطة (د) =

$$٧ = ١٠ + ٣ = ١٠٠ \text{ جنيه}$$

النقطة (هـ): أما النقطة الأخيرة وهى النقطة (هـ) فإن طريقة تحديد إحداثياتها شبيهة بالنقطة (ب)، من حيث أنه تقع على المحور الأفقى أى أن قيمة س_١ موجودة بالفعل كما هو مبين من منطقة الحلول الممكنة إذ أن النقطة (هـ) تقع عند النقطة (١٠) من المحور الأفقى أى أن س_١ = ١٠ ، وحيث أنها تقع على المحور الأفقى فإن س_٢ = صفر .

أى أن إحداثى النقطة (هـ) هو س_١ = ١٠ ، س_٢ = صفر وبذلك تكون قيمة دالة الهدف عند نقطة (هـ) = ٧ = ١٠ + ١٠ = صفر = ٧٠ جنيه .

مما سبق يتبين أن قيمة دالة الهدف عند النقاط الطرفية الخمسة كانت كالآتى :

$$١ = \text{صفر}$$

$$\text{ب} = ١٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{ج} = ١١٦ \text{ جنيه}$$

$$\text{د} = ١٠٠ \text{ جنيه}$$

$$\text{هـ} = ٧٠ \text{ جنيه}$$

ويتضح من تلك المقارنة أن النقطة الطرفية (ج) هى نقطة الحل الأمثل ، ويتم عندها إنتاج ٨ وحدات من النموذج (س_١) وعدد ٦ وحدات من النموذج (س_٢) وتكون قيمة دالة الهدف ١١٦ جنيه وهى أكبر قيمة لدالة الهدف من أى نقطة طرفية أخرى .

ويقوم هذا المدخل على أساس إفتراض قيمة معينة لدالة الهدف ويتم تمثيلها على منطقة الحلول الممكنة فى شكل خط ربح وإذا رغبنا فى زيادة دالة الهدف فانه يمكننا أن نحرك ذلك الخط موازياً لنفسه إلى أعلى حيث أن قيمة دالة الهدف تزداد كلما تحركنا فى أحد الإتجاهات وتنخفض فى الإتجاه الآخر ، والخطوط التى يتم رسمها هى جميعاً متوازية لبعضها البعض .

وحتى يمكن الوصول وتعيين الحل الأمثل يمكن أن تبدأ برسم أى خط ربح كما سبق ذكره على أن يكون ذلك فى نطاق منطقة الحلول للممكنة ، ونعتبر أن هذا الخط هو الأساس الذى سيبدأ منه رسم الخطوط الأخرى المتوازية ويمكن رسم الخطوط الأخرى لخطوط الربح المتساوى عن طريق الإنزلاق بالمسطرة من خط الربح للمتساوى الأصلى فى إتجاه زيادة الأرباح حتى نصل إلى نقطة الحل الأمثل . ويمكن أن نصل إلى تلك النقطة عندما نجد أننا وصلنا بحافة المسطرة إلى الحد الذى يعتبر حد أقصى للحركة قبل أن نترك منطقة الحلول للممكنة ، عندئذ نقول أن آخر نقطة ممكنة تمس بالمسطرة لابد أن تكون هى النقطة الممكنة والمثلث ذات أعلى قيمة لدالة الهدف وهى تمثل نقطة الحل الأمثل .

مشكلة التخصيص واستخدامها

كما هو الحال بالنسبة لمشكلة النقل ، فإن مشكلة التخصيص تعتبر أيضاً حالة خاصة أخرى من مشاكل البرمجة الخطية ، وأن كانت في حقيقة الأمر لاتخرج عن كونها حالة من الحالات الخاصة لمشكلة النقل أى أننا يمكن أن نعتبرها مشكلة نقل ولكن ذات خصائص معينة مما يجعلنا نعاملها على أنها حالة خاصة تنتمى إلى مشكلة النقل ، ولعل هذه الخاصية هي التي جعلتنا نجمع بينهما في فصل واحد ، وتتمثل أهمية مشكلة التخصيص بأن لها مدى واسع في معالجة المشاكل ومجال رحب للتطبيق في مجال إتخاذ القرارات الإدارية ، وهذا هو السبب وراء إهتمامنا بتحليل وعرض مفهوم وطبيعة هذه المشكلة . والإسهاب فيها طاملاً أنه تفيد في معالجة الكثير من المشاكل اليومية والتخطيطية التي تواجه مخدنى القرارات في كافة أنواع المؤسسات على إختلاف طبيعتها وحجمها ومجال تخصصها .

وتقوم مشكلة التخصيص على مفهوم أساسى يتلخص في العمل على تخصيص عدد من العناصر المفردة (أى ليست كميات ولكنها الوحدة للوحدة) على عدد من الأغراض أو الإستخدامات المفردة أيضاً بحيث يخصص مصدر معين على غرض معين ، وهذا المفهوم هو الذى جعل مشكلة التخصيص تعتبر حالة خاصة من مشاكل النقل ، إذ أنه في حين تتعامل مشكلة النقل مع إشباع إحتياجات غرض معين بكميات معينة من مصدر أو عدة مصادر متاح بها تلك الكميات ، فإن مشكلة التخصيص تعمل على تخصيص مورد مفرد معين بالذات لإشباع حاجة مفردة معينة بالذات .

ووفق هذا المفهوم فإن مشكلة التخصيص تهدف مثلاً - من بين ما تهدف إليه - إلى الوصول إلى أقل تكلفة - وقد يكون لها هدف تعظيم أيضاً - أو أقل زمن من تخصيص العمال على الآلات ، أو تخصيص الأفراد على مختلف المهام ، أو تخصيص رجال البيع على المناطق البيعية ، أو تخصيص عقود الإنشاءات على عدد من اللقاولين ومجالات أخرى متعددة وكثيرة طاملاً كان من الممكن صياغتها بشكل يتفق مع طبيعة هذه المشكلة وأصبحت مشكلة التخصيص مفيدة في حل الكثير من المشاكل الفرعية لمعظم مشاكل بحوث العمليات الكبيرة والمعقدة جداً .

ويهدف توضيح طبيعة مشكلة التخصيص وطبيعة المشاكل التي تتعامل معها والفرق بينها وبين مشكلة النقل ، سنسوق هنا مثلاً مبسطاً بفرض التوضيح وتحقيق هدف التبسيط والتوضيح معاً .

بفرض أن أحد مكاتب الإستشارات الإدارية والبحوث قد تعاقد مع ثلاثة من العملاء كل منهم ينبغي أن يتولى مكتب الإستشارات القيام بدراسة تسويقية لمنتجاته . ويريد مكتب الإستشارات أن يخصص مستشاراً علمياً لكل دراسة من الدراسات الثلاثة . وبفرض أنه يوجد حالياً ثلاثة مستشارين بالمكتب الإستشاري يعتبروا قد انتهوا من أعمال سبق تكليفهم بها وأنهم متاحون فعلاً لتولى مسؤولية أي من تلك الدراسات الثلاثة . أي أنه يمكن تكليف كل منهم للقيام بمسؤولية دراسة معينة ، فالمستشارون المتاحون ثلاثة ، والدراسات المطلوبة ثلاثة إذن يمكن أن يتولى مستشار معين القيام ببحث معين ، لو كان الأمر بهذه البساطة ما وجدت مشكلة ، ولكن الأمر ذو بعد أهم وهدف ينبغي تحقيقه وليس مجرد توزيع أعمال ، إن توزيع العمل يتعين أن يستهدف ليس مجرد إسناد عمل لكل شخص بل الهدف أن تكون عملية التوزيع هذه تهدف إلى الإنتهاء من الأعمال على خير وجه وهذا هو الفرق بين مجرد إنجاز العمل وبين الرغبة في بلوغ الكفاءة في الإنجاز . ولذلك فإن إدارة المكتب الإستشاري وبما لديها من خبرة وسابق معرفة بالمستشارين الثلاثة المتاحين حالياً ، تعرف وتترك تماماً أن الوقت الذي سيستغرقه كل منهم في تنفيذ أي من تلك الدراسات الثلاثة سيختلف من دراسة لأخرى وفقاً للمقدرة التخصيصية للمستشار الذي سيتم تكليفه لكل دراسة .

أي أن للمشكلة التي تواجه إدارة المكتب الإستشاري هي الكيفية التي يتم بها تخصيص المستشارون الثلاثة المتاحين على تلك الدراسات الثلاثة بشرط أن يكون مجموع الوقت المستغرق للإنتهاء منها جميعاً أدنى حد ممكن .

وحتى يمكن تبسيط تلك للمشكلة ، فإنه من الأفضل أن نحدد أولاً كافة البدائل المتاحة أمام الإدارة ، أو بمعنى آخر أن نقف أولاً على كافة التخصيصات الممكنة بشرط أن يخصص مستشار واحد فقط لتنفيذ دراسة واحدة فقط وألا يقوم بالدراسة الواحدة أكثر من مستشار واحد .

حيث أنه يوجد ثلاثة مستشارون فقط وثلاثة بحوث ، فإن الحلول البديلة والممكنة للتخصيص هي ٦ حلول ($3! = 1 \times 2 \times 3 = 6$) .

فإننا رمزنا للمستشارون بالرموز أ ، ب ، جـ ، وللدراسات بالرموز س ، ص ، ع .

فإن كافة التخصيصات المحتملة يمكن حصرها كالآتي :

١- أ س ، ب ص ، جـ ع

٢- أ س ، ب ع ، جـ ص

٣- ب س ، أ ص ، جـ ع

٤- ب س ، أ ع ، جـ ص

٥- جـ س ، ب ع ، أ ص

٦- جـ س ، ب ص ، أ ع

إن هذه الحلول هي بمثابة حصر شامل لكافة الحلول البديلة (التخصيصات البديلة) لمشكلة مكتب الإستشارات الإدارية ، ولكن التساؤل الهام هو : على أى أساس يتم إختيار الحل الأمثل ؟ إذا كان الهدف هو مجرد إسناد أعمال إلى أشخاص فإن الإختيار الجزافى العشوائى يكفى ، أما إذا كان مكتب الإستشارات الإدارية يهدف من وراء البحث عن التخصيص الأمثل أن يكون مجموع الوقت المستغرق للإنتهاء من الدراسات الثلاثة أقل ما يمكن ، فإن الإختيار الجزافى لا يكون فى صالح تحقيق هذا الهدف ، ومعنى ذلك أن معيار إختيار التخصيص الأمثل هو تحقيق الهدف المراد بلوغه ، وحيث أن الهدف فى مثالنا هذا هو تخفيض الزمن الكلى للإنتهاء من الدراسات الثلاثة .

لذا يتعين أن نتعرف على الزمن الذى يستغرقه كل مستشار فى إنجاز كل دراسة . وبفرض أن مكتب الإستشارات الإدارية قد أعد الجدول التالى للأزمنة المقدرة للإنتهاء من كل دراسة إذا ما قام بإنجازها كل مستشار :

الأزمنة التقديرية للإنتهاء (باليوم)			المستشار
(ع)	(ص)	(س)	
١٨	٣٠	٢٠	(أ)
١٠	٣٦	١٨	(ب)
٦	٢٨	١٢	(جـ)

ولتوضيح مغزى الأزمنة الواردة بهذا الجدول نقول أنه بالنظر إلى عمود الدراسة (س) يتبين أن المستشار (أ) يستطيع إنجاز هذه الدراسة في مدة قدرها عشرون يوماً ، أما إذا قام بنفس الدراسة المستشار (ب) فيمكن الإنتهاء منها في زمن مقداره ١٨ يوماً ، في حين أن المستشار (جـ) يمكنه في ١٢ يوماً فقط من إتمام هذه الدراسة . هذه الاختلافات في لفترة الزمنية التقديرية راجعه كما أسلفنا إلى إختلاف خبرة ومقدرة كل مستشار على إنجاز دراسة معينة . وطالما أن الفترة الزمنية لإنجاز نفس الدراسة تختلف باختلاف من يؤدونها، إذن يتعين عند تخصيص هذه الدراسات أن يتم توزيعها بطريقة علمية تضمن لنا حسن للتخصيص الأمثل .

لقد حددنا قبل ذلك حصر شامل لكافة الحلول البديلة أو كافة للتخصيصات البديلة ، إذن يتعين علينا الآن وبعد الوقوف على البديلة لإختيار الحل الأمثل الذي يعمل على الوصول بمجموع زمن الإنتهاء من الدراسات الثلاثة إلى الحد الأدنى .

ويوضح الجدول التالي أزمنة الإنتهاء من كل دراسة بالنسبة لكافة للتخصيصات البديلة الممكنة :

الحلول البديلة للتخصيص						للمستشار
البديل الأول	البديل الثاني	البديل الثالث	البديل الرابع	البديل	البديل	
س (٢٠)	س (٢٠)	ص (٣٠)	ص (٣٠)	ع (١٨)	ع (١٨)	أ
ص (٣٦)	ع (١٠)	س (١٨)	س (١٨)	ع (١٠)	ص (٣٦)	ب
ع (٦)	ص (٢٨)	ع (٦)	ع (٦)	س (١٢)	س (١٢)	جـ
٦٢	٥٨	٥٤	٦٤	٥٢	٦٦	مجموع الأزمنة

↑
فني وقت ممكن

ومن هذا الجدول يتضح أن البديل الأمثل هو البديل الخامس ، ووفقاً لهذا الحل يتم تخصيص المستشار (أ) لتنفيذ الدراسة (ص) ، ويعهد للمستشار (ب) القيام بالدراسة (ع) ، أما الدراسة (س) فيخصص لها للمستشار (ج) ويكون إجمالي الوقت للفرع للإنتهاء من تلك الدراسات الثلاثة ٥٢ يوماً .

إن المثال المبسط الذي عالجناه في الجزء السابق يوضح مفهوم مشكلة التخصيص وماذا تهدف إليه ، إلا أن المدخل الذي استخدمناه في الحل والذي كان يستند إلى حصر كافة الحلول البديلة للتخصيص ثم اختيار أفضلها ، قد يكون مبخلاً مناسباً للتعامل والتطبيق مع تلك المشاكل من نوعية المثال الذي طرحناه في هذا الجزء ، أي يكون مناسباً مع تلك المشاكل الصغيرة والبسيطة والتي لا تتجاوز كافة حلولها البديلة عن ستة حلول فقط ، إلا أنه يعتبر غير مناسب بل ومعقد وغير عملي عندما يستخدم أو تفكر في استخدامه للتعامل مع المشاكل الكبيرة التي هي السمة الغالبة في دنيا الأعمال في عصرنا الحديث .

فمثلاً إذا كانت المشكلة التي قمنا بحلها تتضمن أربعة مستشارين وأربعة أبحاث ففي هذه الحالة يكون عدد الحلول البديلة الممكنة والواجب تقييمها لإختيار أفضلها ٢٤ بديلاً (٤ * ٣ * ٢ * ١) ، أما إذا كانت المشكلة هي تخصيص ثمانية أفراد على ثمانية مهام فسيوجد لها ٤٠٣٢٠ حلاً ممكناً (١٨) ، وطبعاً أنه من غير العملي ومن غير القبول أن نحاول حل مثل تلك المشكلة حلاً يدوياً ، وإن كان ذلك غير عسير باستخدام الحاسبات الآلية طالما أن عدد الموارء ١٥ . أما أكثر من ذلك فإنها مضيعة للوقت ومكلفة حتى باستخدام الحاسب الآلي .

كما يجب أن نوضح هنا لماذا نكرنا في مقدمة هذا الجزء أن مشكلة التخصيص تعتبر حالة خاصة من مشكلة النقل ؟ إن ذلك كان بسبب أنه يمكن حل مشكلة التخصيص باستخدام طريقة النقل ، ويمكن فيما يلي أن نوضح كيف يمكن وضع مشكلة التخصيص التي كان موضع مثالنا في هذا الجزء على الصورة العامة لمشكلة النقل وكيفية محاوله حلها باستخدام منهج طريقة النقل .

الدراسة للمستشار	س	ص	ع	النتاج
أ	٢٠	٣٠	١٨	١
ب	١٨	٣٦	١٠	١
ج	١٢	٣٨	٦	١
المتوسط	١	١	١	٣

ويمكن إيجاد الحل للبديئى لتلك المشكلة بإستخدام طريقة الركن الشمالى الشرقى كما هو واضح من الجدول السابق والذي يتبين منه أن الفترة الزمنية اللازمة للإنتهاء من الدراسات الثالثة وفقاً للحل البديئى هي $1 + 20 + 1 + 36 + 1 + 6 = 65$ يوماً .

وهذا الحل للبديئى هو نفسه الحل للممكن الأول الذى توصلنا إليه من طريقة الحصر الشامل لكافة الحلول البديلية .

إلا أنه بالنظر إلى الجدول للبديئى السابق يتبين أنه حل غير أساسى لأن عدد الخلايا المشغولة به (المتغيرات الأساسية) يقل عن $(\geq \text{عدد الأعمدة} + \text{عدد الصفوف})$. ولذلك حتى يمكن إجراء تحسين على الحل البديئى لابد أن نطبق الأسلوب الذى اتبعناه فى حالة إنتكاس أو إعتلال مشكلة النقل ، أى أن نضيف إلى الخلايا للمشغولة خليتين ونشغلها بكمية صفريه نرسم لها بالرمز (ش) ، وذلك نقف على مشكلة الإعتلال ومن ثم حلها بالطريقة العادية وصولاً للحل الأمثل .

مما سبق يتضح أنه يمكن التعامل مع مشكلة التخصيص بأسلوب حصر كافة الحلول الممكنة ، إلا أن هذا الأسلوب لا يصلح إلا لحل للمشاكل الصغيرة وحتى لو لجأنا للحل عن طريق الحاسب الآلى فإنه مضيعة للوقت وللتكلفة ، كذلك فقد تبين أن حل المشكلة التخصيص بإستخدام طريقة النقل إلا أنه سيؤدى حتماً بإنتكاس الحل بداية من الجدول الأول ووصولاً لجدول الحل الأمثل وهذا يتطلب بطبيعة الحال المزيد من العمليات الحسابية التى تستلزمها طبيعة الحل للنتكس .

وإزاء تلك الصعوبات ، فقد تبلورت أساليب جديدة حديثة أسهل وأسرع فى التعامل مع مشكلة التخصيص وهذا ما سنتناوله فى الجزء التالى ، إذ سنتناول بالمزيد من الشرح والتحليل لطريقتين من أهم الطرق المستخدمة لحل مشكلة التخصيص وهما :

١ - الطريقة المجرية للتخصيص .

٢ - طريقة الفرع والحد .

وفيما يلى كيفية إستخدام هاتين الطريقتين فى معالجة مشاكل التخصيص :

أولاً: الطريقة المجرية للتخصيص Hungarian Method of Assingment :

وهذه الطريقة تعرف فى بعض الأحيان بطريقة التخصيص Assignment Method أو أسلوب التدفق (أو الفيضان) Flood's Technique ، وهذه الطريقة تمتاز بأنها سريعة وفعالة جداً فى التعامل مع مشاكل التخصيص .

وتسير الطريقة المجرية لحل مشاكل التخصيص فى ثلاثة خطوات أساسية سنتقوم بشرحها وتحليلها بالتتابع فيما يلى :

الخطوة الأولى : إعداد جدول تكلفة الفرصة Opportunity :

وتقوم الطريقة المجرية للتخصيص على تطبيق مفهوم تكلفة الفرصة ، وهذا المفهوم يعنى بصورة إجمالية موجزة أن تكلفة أى قرار أو أى موقف يتضمن حتماً تكلفة تلك الفرص التى تم التضحية بها عندما أخذنا ذلك الموقف أو أصدرنا ذلك القرار . ويلعب هذا المفهوم دوراً كبيراً عند التعامل مع العمليات الحسابية لحل مشكلة التخصيص . أما كيفية استخدام تكلفة الفرصة فى خطوات الحل بالطريقة المجرية للتخصيص فإنه من المفيد أن نتعرض مرة أخرى لجدول الأزمنة التقديرية لنفس المثال الذى تعرضنا له فى مقدمة هذا الجزء والخاص بمكتب الإستشارات الإدارية والذى كان على الصورة التالية :

(س)	(ص)	(ع)	
٢٠	٣٠	١٨	(أ)
١٨	٣٦	١٠	(ب)
١٢	٢٨	٦	(ج)

فإذا فرض وقررنا أن يتولى المستشار (أ) القيام بالدراسة (س) فإنه يمكنه أن ينتهى منه فى مدة مقدارها عشرون يوماً ، ولكن بالنظر إلى عمود الدراسة (س) نجد أن للدير (ج) كان فى إمكانه الإنتهاء من هذه الدراسة (س) فى مدة أقل مقدارها ١٢ فقط ، لذلك يمكن القول أن تخصيص المستشار (أ) للدراسة (س) قرار غير أمثل ، لأنه سيؤدى الى التضحية بفرصة

مقدارها ٨ يوم إذا ما خصص للمستشار (أ) على الدراسة (س) وبتضحيه مقدارها ٦ يوم إذا ما خصص للمستشار (ب) على نفس الدراسة . أى نه بالنسبة للعمود (س) فإن أفضل من يتولى هذا البحث هو المستشار (ج) إما إذا تولاه أى من (أ) ، (ب) فإن هناك تكلفة فرصة مقدارها ٨ يوم بالنسبة للمستشار (أ) و ٦ يوم بالنسبة للمستشار (ب) .

وعلى ذلك يمكن القول أننا لو قمنا بطرح أقل رقم فى العمود (س) من جميع الأزمنة بذلك العمود فإننا سنحصل على تكلفة الفرصة للدراسة (س) بالنسبة للمستشارين الثلاثة ، وبتكرار نفس العمل على العمود (ص) والعمود (ع) نحصل على جدول يمثل تكلفة الفرصة للدراسات الثلاثة بالنسبة للمستشارين الثلاثة .

من ناحية أخرى فكما كان لكل عمود تكلفة فرصة ، فإن لكل صف تكلفة فرصة أيضاً . فمثلاً يمكن للمستشار (أ) أن يقوم بتنفيذ أى من الأبحاث والدراسات الثلاثة ، إلا أنه بالنظر إلى صف المستشار (أ) نجد أنه من الأفضل قيامه بالدراسة (ع) لأنه سيستغرق فيها زمناً مقدارها ١٨ يوماً ، أما إذا خصصناه للقيام بالدراسة (س) فإننا بذلك نكون قد فقينا فرصة مقدارها ٢ يوم ، وتكون تكلفة الفرصة ١٢ يوماً إذا خصصناه على الدراسة (ص) .

أى أنه إذا كانت هناك تكلفة فرصة للأعمدة فأيضاً هناك تكلفة فرصة للصفوف . وحيث أن الخطوة الأولى فى الطريقة للجبرية هى إعداد جدول تكلفة الفرصة ، فإنه يتعين إذن لتنفيذ هذه الخطوة أن نحسبها للصفوف والأعمدة ، وهذا يستلزم أن نمر الخطوة الأولى على مرحلتين هما :

١- طرح أقل رقم بكل صف من جميع أرقام ذلك الصف وذلك بالنسبة لكل الصفوف الموجودة بالمشكلة :

وبتطبيق هذه المرحلة على جدول المشكلة التى نعالجها تكون النتيجة بعد العمليات الحسابية كالتالى :

(أ)	(س)	(ص)	(ع)
٢	١٢	١٢	صفر
٨	٢٦	٢٦	صفر
٦	٢٢	٢٢	صفر

٢ - طرح أقل رقم بكل عمود (من الجدول الناتج من المرحلة السابقة وليس الجدول الأصلي) من أرقام تلك العمود وذلك بالنسبة لكل الأعمدة الموجودة بالجدول : ويظهر الجدول الجديد بعد تلك العملية الحسابية على الصورة التالية :

(ع)	(ص)	(س)	
صفر	صفر	صفر	(أ)
صفر	١٤	٦	(ب)
صفر	١٠	٤	(جـ)

هذا الجدول الذي توصلنا إليه بعد المرحلة الأولى والثانية يمثل جدول تكلفة الفرصة للمستشارين (صفوف) وللدراسات (أعمدة) ، أى أنه يمثل تكلفة الفرصة لكامل المشكلة .

وبطبيعة الحال فإننا نريد أن نصل إلى ذلك التخصيص الذى يصل بتكلفة الفرصة إلى (صفر) لأن معنى ذلك أن هذا التخصيص هو الأمثل حيث تصل تكلفة الفرصة إلى أدنى حد لها وهو الصفر . وحتى يستطيع القارئ أن يتابع هذا الفهم والخطوات التالية وكيف أننا نسعى إلى الوصول إلى تكلفة فرصة صفرية لنتمكن من تحديد الحل الأمثل . سنعيد فيما يلي الحلول الممكنة التى سبق إستعراضها عند حصر كافة الحلول ولكن لن نضع لزمناها الحقيقية بل نستبدلها بالآزمنة الواردة بجدول تكلفة الفرص الناتج من المرحلة الثانية :

$$\text{البديل الأول} = \text{أ س} ، \text{ب ص} ، \text{ج ع} = \text{صفر} + ١٤ + \text{صفر} = ١٤$$

$$\text{البديل الثانى} = \text{أ س} ، \text{ب ع} ، \text{ج ص} = \text{صفر} + \text{صفر} + ١٠ = ١٠$$

$$\text{البديل الثالث} = \text{أ ص} ، \text{ب س} ، \text{ج ع} = \text{صفر} + ٦ + \text{صفر} = ٦$$

$$\text{البديل الرابع} = \text{أ ع} ، \text{ب س} ، \text{ج ص} = \text{صفر} + ٦ + ١٠ = ١٦$$

$$\text{البديل الخامس} = \text{أ ص} ، \text{ب ع} ، \text{ج س} = \text{صفر} + \text{صفر} + ٤ = ٤$$

$$\text{البديل السادس} = \text{أ ع} ، \text{ب ص} ، \text{ج س} = \text{صفر} + ١٤ + ٤ = ١٨$$

لقد سبق القول أن البديل الخامس كان هو الحل الأمثل وكما هو واضح أيضاً وصلت تكلفة الفرصة له إلى أقل حد بالمقارنة بالحلول الأخرى البديلة ، ولكن هدفنا بعد إجراء هذه الخطوة أن نستمر في تخفيض مصفوفة تكلفة الفرصة حتى نصل بقيمة أحد الحلول إلى الصفر ، وطالما لا يوجد عنصر سالب في المصفوفة فإن الحل الذي قيمته صفر يكون هو الحل الأمثل ، ويمكن الإستمرار في تخفيض مصفوفة تكلفة الفرصة وصولاً إلى الحد الأمثل بإتباع الخطوتين التاليين :

الخطوة الثانية : تغطية جميع القيم الصفرية بالمصفوفة :

ونتعامل في هذه الخطوة مع المصفوفة الناتجة من الخطوة الأولى والتي تعبر عن مصفوفة تكلفة الفرصة . وتتمثل الخطوة الثانية في تغطية جميع القيم الصفرية بها بأقل عدد ممكن من الخطوط المستقيمة الأفقية أو الرأسية أو كلاهما معاً (ممنوع الخطوط القطرية) ، ونؤكد مرة أخرى أن التغطية بالخطوط للرسمومة يتعين أن يتوافر فيها شرطان هما :

١ - أنها خطوط أفقية أو رأسية أو كلاهما .

٢ - أن يتم التغطية بأقل عدد ممكن منها .

فإذا لتضح أن أقل عدد ممكن من تلك الخطوط والتي أمكن بها تغطية جميع القيم للصفرية عددها يساوي عدد الصفوف أو عدد الأعمدة بالجدول ، نكون بذلك قد وصلنا إلى الحل الأمثل ويبقى فقط تحديده وتعيينه ، أما إذا كان عدد تلك الخطوط أقل من عدد الصفوف (أو عدد الأعمدة) فإننا لم نصل بعد إلى الحل الأمثل ويتطلب الأمر أن نسير إلى الخطوة الثالثة في الحل وبتطبيق تلك الخطوة على مصفوفة تكلفة الفرصة ، نجد أننا تمكنا من تغطية جميع القيم الصفرية بخطين فقط (كما هو مبين بالمصفوفة أثناء) وهذا يعني أننا لم نصل بعد إلى جدول الحل الأمثل حيث أن عدد الصفوف (أو الأعمدة) ثلاثة :

	(س)	(هـ)	(ع)
(أ)	صفر	صفر	صفر
(ب)	٦	١٤	صفر
(ج)	٤	١٠	صفر

أمكن تغطية جميع الخلايا
الصفرية بخطين فقط

الخطوة الثالثة : تصنيف الحل :

تبين من خلال إختبار المثالية الذي إجريناه في الخطوة الثانية أن مصفوفة تكلفة الفرصة السابقة لا تمثل مصفوفة الحل الأمثل ، لذا سيتم في هذه الخطوة العمل على تحسين الحل والذي يتم في مراحل متتالية كالآتي :

- ١ - تعيين أقل قيمة غير مغطاه في المصفوفة كلها (بالنظر إلى الجدول السابق يتبين أن أقل قيمة غير مغطاه هي القيمة (٤) .
- ٢ - يتم طرح أقل قيمة غير مغطاه من جميع القيم غير المغطاه (وهي القيم ٦ ، ١٤ ، ٤ ، ١٠ ، وبعد الطرح تصبح تلك القيم على الترتيب ٢ ، ١٠ ، صفر ، ٦) .
- ٣ - إضافة أقل قيمة غير مغطاه (وهي القيمة ٤) الى القيم الواقعة عند تقاطعات الخطوط المرسومة (سنجد أن التقاطع فقط عند الخلية أ ع ، إذن القيمة الصفيرية عند التقاطع بعد إضافة للقيمة ٤ إليها تصبح ٤) .
- ٤ - باقى القيم المغطاه وغير الواقعة عند تقاطعات لايجرى عليها أى تعديل بل تكتب في الجدول التالي كما هي دون تغيير .

وبعد تطبيق العمليات الحسابية السابقة على المصفوفة الناتجة من الخطوة الثانية سنظهر المصفوفة الجديدة على الصورة التالية :

(ع)	(ص)	(س)	
٤	صفر	صفر	(أ)
صفر	١٠	٢	(ب)
صفر	٦	صفر	(جـ)

بعد إتمام تلك الخطوة نعود مرة أخرى لتكرار الخطوة الثانية وهي خطوة إختبار المثالية ، والتي تتضمن تغطية جميع القيم الصفيرية بأقل عدد ممكن من الخطوط الأفقية والرأسية ، وفيما يلي إعادة تصوير للمصفوفة بعد إجراء التغطية :

	(ع)	(ص)	(س)
أقل عدد من الخطوط التي استخدمت لتغطية جميع القيم الصفرية .	٤	صفر	صفر (أ)
	صفر	١٠	٢ (ب)
	صفر	٦	صفر (ج)

وبالنظر إلى المصفوفة السابقة نجد أنه أمكن تغطية جميع القيم الصفرية بها بعدد ثلاثة خطوط وهو أقل عدد أمكن التغطية به ، وطبقاً لقاعدة المثالية فحيث أن عدد الخطوط للرسمه تساوى عدد الصفوف (أو الأعمدة) فإننا نكون بذلك قد وصلنا إلى مصفوفة الحل الأمثل ويتبقى فقط تعيين ذلك الحل الأمثل (للتخصيص الأمثل) . أن الحل الأمثل للتخصيص وفق هذه الطريقة هو ذلك الحل الذى يكون مجموع تكلفة الفرصة له صفراً من واقع مصفوفة الحل النهائية .

ولكن يبقى سؤال وهو كيف يمكن تعيين الحل الأمثل من المصفوفة النهائية ؟

للتوصل إلى ذلك نبحث عن تلك الصف الذى يوجد به (صفر) واحد فقط ، فمثلاً الصف (أ) به قيمتين صفريتين ، إذن نتركه وننتقل إلى الصف (ب) فسنجد أن به قيمة صفرية واحدة وهى الواقعة عند الخلية (ب ع) ، إذن يتم تخصيص المستشار (ب) للدراسة (ع) ، ثم نعود مرة أخرى للبحث عن صف به (صفر) واحد فقط سنجد أن الصف (أ) مازالت به قيمتين صفريتين ، والصف (ب) تم تخصيصه وانتهى الأمر ، والصف (ج) يوجد به ظاهراً قيمتين صفريتين . بينما الحقيقة أنه توجد به قيمة صفرية واحدة لأن الدراسة (ع) قد تم تخصيصها للمستشار (ب) فكأن العمود (ع) حذف مع صف (ب) ، وبإستبعادها من الصفوف يكون الصف (ج) به قيمة صفرية واحدة وهى عند الخلية (ج س) لذا يتم تخصيص المستشار (ج) للدراسة (س) . ثم نعاود الكرة مرة أخرى للبحث عن صف به قيمة صفرية واحدة (وذلك بعد إستبعاد العمود س والصف ج) واقعه عند الخلية (أ ص) لذلك يتم تخصيصها لى يخصص للمستشار (أ) للدراسة (ص) .

وتخليصاً للحل الأمثل تظهر للمصفوفة التالية التخصيص الأمثل وفقاً للخطوة الثالثة :

تكلفة الفرصة	التخصيص الأمثل	(ع)	(ص)	(س)	
صفر	(أ ص)	٤	صفر	صفر	(أ)
صفر	(ب ع)	صفر	١٠	٢	(ب)
صفر	(ج س)	٦	٦	صفر	(ج)
صفر					

ويكون الوقت المستغرق للإنتهاء من الدراسات الثلاثة أقل زمن ممكن وفقاً لهذا التخصيص ، ولحساب ذلك الزمن يتطلب العودة إلى القيم الموجودة بالمصفوفة الأصلية لتحديد زمن كل تخصيص ، ومن ثم الزمن الكلي للتخصيص الأمثل للمشكلة كلها ، إذ من الجدول الأصلي يمكن حساب الزمن كالآتي :

(أ ص) ٣٠ يوم

(ب ع) ١٠ يوم

(ج س) ١٢ يوم

٥٢ يوم

وهي نفس النتيجة التي توصلنا إليها سابقاً عند تطبيق طريقة الحصر الشامل للحلول البديلة .

مثال محلول :

مطلوب تخصيص ثلاثة مهام هي أ ، ب ، ج لتشغيل على ثلاثة آلات هي س ، ص ، ع بحيث تخصص مهمة واحدة فقط لكل آلة ، ولاتقوم الآلة إلا بتشغيل مهمة واحدة فقط ، علماً بأن التكلفة التقديرية لتشغيل كل مهمة على كل آلة هي كالآتي :

(ع)	(ص)	(س)	
٢٥	٣١	٢٥	(أ)
٢٤	٢٠	١٥	(ب)
١٧	١٩	٢٢	(ج)

الحل :

قد يكون من المفيد بغرض المراجعة والتطبيق العملي أن نقوم بحل تلك المشكلة بكلتا الطريقتين السابقتين :

أ - الحل بطريقة حصر كافة الحلول :

حيث أن عدد المهام المطلوب تخصيصها على الآلات هي ثلاثة مهام ، وحيث أن عدد الآلات المطلوب تخصيص عليها أيضاً ثلاثة آلات إذن للعدد الكلي لكافة الحلول البديلة الممكنة (١٣) أي $3 \times 2 \times 1 = 6$ حلول بديلة وهذه الحلول البديلة وتكلفتها كالآتي :

البديل الأول = أ س ، ب ص ، ج ع $= 25 + 31 + 17 = 73$ → الحل الأمثل

البديل الثاني = أ ص ، ب س ، ج ع $= 25 + 20 + 19 = 64$

البديل الثالث = أ ع ، ب س ، ج ص $= 25 + 15 + 19 = 59$

البديل الرابع = أ س ، ب ع ، ج ص $= 25 + 24 + 19 = 68$

البديل الخامس = أ ص ، ب ع ، ج س $= 25 + 24 + 31 = 80$

البديل السادس = أ ع ، ب ص ، ج س $= 25 + 20 + 31 = 76$

أي أن التخصيص الأمثل هو :

تخصيص المهمة (أ) للتشغيل على الآلة (س) وبتكلفة ٢٥

تخصيص المهمة (ب) للتشغيل على الآلة (ص) وبتكلفة ٢٠

تخصيص المهمة (ج) للتشغيل على الآلة (ع) وبتكلفة ١٧

٦٢ تكلفة التخصيص

ب - الحل باستخدام الطريقة الجبرية :

سنعيد فيما يلي تصوير الصفوفة الأصلية للمشكلة تمهيداً لإجراء خطوات الحل عليها وفقاً للطريقة الجبرية للتخصيص :

(ع)	(ص)	(س)	
٢٥	٣١	٢٥	(أ)
٢٤	٢٠	١٥	(ب)
١٧	١٩	٢٢	(ج)

الخطوة الأولى : إعداد جدول تكلفة الفرصة :

ويتم إعداد هذا الجدول على مرحلتين :

١ - طرح أقل قيمة في كل صف من أرقام الصف

(ع)	(ص)	(س)	
١٠	٦	صفر	(أ)
٩	٥	صفر	(ب)
صفر	٢	٥	(ج)

٢ - طرح أقل قيمة في كل عمود من أرقام العمود (على المصفوفة السابقة)

(ع)	(ص)	(س)	
١٠	٤	صفر	(أ)
٩	٣	صفر	(ب)
صفر	صفر	٥	(ج)

الخطوة الثانية : اختبار للثالية :

وتتم عن طريق إيجاد أقل عدد من الخطوط المستقيمة (الأفقية أو الرأسية أو كلاهما) اللازمة لتغطية كل القيم الصفرية بالمصفوفة السابقة :

(ع)	(ص)	(س)	
١٠	٤	صفر	(أ)
٩	٣	صفر	(ب)
صفر	صفر	٥	(ج)

ويتبين من الخطوط الرسومة أن عددها اثنين فقط في حين أن عدد الصفوف أو الأعمدة ثلاثة وهذا يعني أن الحل غير أمثل ويحتاج إلى تحسين .

الخطوة الثالثة : تحسين الحل :

وتتم عن طريق :

- ١ - تحديد أقل قيمة غير مغطاه (٣) .
- ٢ - طرح هذه القيمة من جميع القيم غير المغطاه .
- ٣ - إضافة هذه القيمة إلى القيمة الواقعة عند تقاطعات الخطوط للرسمه .
- ٤ - باقى القيم إلى القيمة الواقعة عند تقاطعات الخطوط للرسمه .

وبعد إجراء هذه العمليات الحسابية ستظهر المصفوفة على الشكل التالي :

(ع)	(ص)	(س)	
٧	١	صفر	(أ)
٦	صفر	صفر	(ب)
صفر	صفر	٨	(ج)

الخطوة الرابعة : إختيار المثالية :

سيتم تغطية جميع القيم بالمصفوفة السابقة بأقل عدد ممكن من الخطوط ومن ثم ستظهر المصفوفة بعد التغطية كالتالي :

(ع)	(ص)	(س)	
٧	١	صفر	(أ)
٦	صفر	صفر	(ب)
صفر	صفر	٨	(ج)

ومن هذه التغطية يتضح أننا وصلنا إلى الحل الأمثل وسيتم تحديده وتعيينه كالآتي :

١ - البحث عن صف به صفر واحد فقط سنجد أنه الصف (أ) إذن يتم تشغيل المهمة (أ) على الآلة (س) .

٢ - البحث عن صف به صفر واحد فقط سنجد أنه الصف (ب) ، وذلك بعد أن تم إستبعاد العمود (س) لتخصيصه قبل ذلك إذن يتم تشغيل المهمة (ب) على الآلة (ص) .

٣ - الصفر الوحيد الأخير هو بالصف (ج) إذن سيتم تشغيل المهمة (ج) على الآلة (ع) .
وتلخيصاً لما تقدم فإن التخصيص الأمثل وتكلفته كالآتي :

تخصيص المهمة (أ) للتشغيل على الآلة (س) بتكلفة قدرها ٢٥

تخصيص المهمة (ب) للتشغيل على الآلة (ص) بتكلفة قدرها ٢٠

تخصيص المهمة (ج) للتشغيل على الآلة (ع) بتكلفة قدرها ١٧

إجمالي تكلفة التخصيص الأمثل ٦٢

وهذا التخصيص الأمثل هو نفسه الذي توصلنا إليه من تطبيق الطريقة حصر كافة الحلول الممكنة .

طريقة النقل وتطبيقاتها في إعداد الخطط وبرامج العمل

تعتبر طريقة النقل أحد مجالات التطبيق الهامة لأساليب البرمجة الخطية ، حيث أنها كباقي أساليب وطرق البرامج الخطية تتضمن موائف تخصيص الموارد Resource Allocation ، فمشكلة النقل تتعلق بقرارات تخصيص أو تعيين الطريقة المثلى للإنتقال المادي لكميات من السلع توجد في نقاط معينة يطلق عليها نقاط التوريد أو الإمداد Supply Points (من المصانع مثلا) إلى مواقع أخرى يطلق عليها نقاط الطلب Demand Points (إلى المخازن أو إلى مناطق التوزيع) وذلك بشرط أن تصل التكلفة الكلية للنقل أدنى مايمكن ، فتكاليف النقل من الأهمية بالنسبة للإدارة بحيث أن أي توفير فيها يعود على الشركة بأرباح طائلة .

وتكون المتغيرات القرارية في ذلك النوع من المشاكل هي كمية السلع التي سيتم نقلها أو شحنها من كل نقطة توريد إلى كل نقطة طلب ، ونقاط الإمداد والتوريد هنا يمكن إعتبارها بمثابة المصنع أو مجموعة المصانع التي تتبع إدارة واحدة ، أي لها مركز رئيسي وتريد أن تقوم بنقل سلعها الجاهزة أو القائمة الصنع على عدد من المخازن المحددة للتوزيع على مناطق الإستهلاك لتكون قادر على تلبية طلبات العملاء والمستهلكون حال ظهورها ، وحيث أن عامل التكلفة في الظروف العادية يمثل الأهمية الكبرى في مثل هذه الموائف ، إذ يتطلب الأمر أن يتم هذا النقل بأدنى تكلفة ممكنة ، ومشكلة القرار هنا ترجع إلى أن المخازن أو المستودعات أو نقاط الطلب يمكن تموينها وسد احتياجاتها من أي مصنع من المصانع المتاحة ، أي أن هناك عدد من الحلول البديلة ، وكلما زادت للمصانع والمخازن زادت بالتالي البدائل المختلفة لنقل الكميات المطلوبة للمخازن المختلفة بحيث تزداد صعوبة تقييم التكاليف المختلفة لهذه البدائل المتاحة .

أي أن مشكلة النقل أو طريقة النقل ماهي إلا نموذج رياضي تم تكوينه بشكل خاص مستهدفا تحديد البديل الأمثل لنقل وتوزيع كميات معينة من مالهو متاح من مصادر التوريد إلى مناطق إستهلاك أو مستودعات تحتاج إلى تموينها بكميات معينة بحيث تصل تكلفةالنقل إلى حدها الأدنى ، ومعنى ذلك أن العبارة ليست فقط سد احتياجات نقاط الطلب بما يحتاجه من كميات من السلع القائمة لأنه لو كان الأمر كذلك من أنى حد ممكن لها .

ويتطلب الأمر حتى يمكن تطبيق نموذج النقل أن تكون المشكلة موضوع البحث تتوافر فيها بعض السمات أو الخصائص ، بحيث إذا متوافرت تلك الخصائص يمكن القول أنه يمكن حلها والتعامل معها بنموذج النقل ، إما إذا فُقدت أحد أو بعض تلك الخصائص يصبح من غير الممكن الاستفادة بنموذج النقل في حل تلك المشكلة ، ويتعين البحث عندئذ عن أسلوب آخر يمكن من خلاله التعامل مع هذه المشكلة . وتلك الخصائص هي :

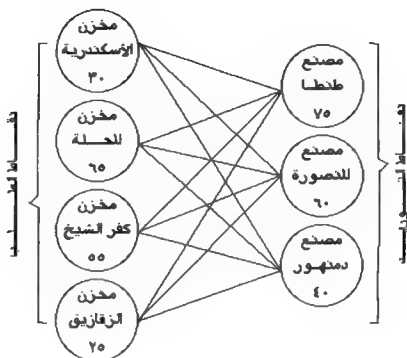
١ - وجود عدة نقاط توريد (مصانع مثلاً) ذات طاقات محددة ، ووجود عدة نقاط طلب (مخازن ، مناطق توزيع) لها أيضاً طاقات إستيعابية محددة ، ويتعين أن تكون طاقات نقاط التوريد وكذلك الطاقات الإستيعابية لمراكز الطلب معروفة ومقاسة كمياً بوحدات طبيعية (وحدات ، أوزان) . وفي بعض الأحيان تكون الظروف التي تنشأ فيها المشكلة تنقسم بأنها ظروف عدم تأكيد ، أي أن الكميات المعروضة والمطلوبة غير محددة على وجه الدقة ، إلا أننا نؤكد هنا أن هناك نماذج إحصائية تعالج مثل هذه اللواقف وتحاول أن تقترب بإستخدام الأساليب الإحصائية العلمية إلى الحد الذي يصبح فيه تحديد تلك الكميات أمراً ممكناً وبدرجة مناسبة من الدقة .

٢ - توافر عدد من البدائل المتاحة ، أي أن هناك عدداً من الطرق التي يمكن إستخدامها لنقل وشحن للمنتجات من نقاط التوريد إلى نقاط الطلب ، ويكون القرار الأمثل هو الإختيار من بين هذه الطرق البديلة والمفاضلة بينها ليس بشكل جزئي كل على حده ولكن بشكل كلي يعمل علي تلبية إجمالي تكلفة النقل للكميات كلها .

٣ - لا بد أن تتوافر وبشكل دقيق بيانات عن تكلفة النقل للوحدة من كل مركز توريد إلى كل مركز طلب ، وأن تنقسم تلك التكلفة بالثبات وتعني هنا بالثبات أن تأخذ تكلفة النقل علاقة خطية مع الكمية المنقولة ، فإذا كانت تكلفة نقل الوحدة جنية واحد فإن نقل خمسون وحدة هو خمسون جنيهاً ونقل مائة وحدة هو مائة جنية، ذلك مانقصده بالثبات شرطاً لتطبيق طريقة النقل (حيث أنها تنتمي لنموذج البرمجة الخطية) .

والشكل التالي يصور شروط التالية التي تعتبر العناصر والمطلبات الأساسية لمشكلة

النقل:



ويتبين من هذا الشكل أن هناك عدة مصادر توريد محددة الطاقات ، وعدة نقاط للمطلب محددة الاحتياجات ، وعدة طرق نقل بديلة تختلف تكلفة النقل على كل منها بسبب تعدد وسائل النقل المتاحة واختلاف المسافات ، وعلى ذلك تصبح مشكلة القرار هي في تلبية متطلبات كل مخزن وفي حدود طاقة كل مصنع على أساس تخفيض التكاليف الكلية للنقل إلى أدنى حد لها .

وحيث أن مشكلة النقل من الطرق الخاصة للبرامج الخطية ، إذن يمكن صياغتها على صورة شكل برمجة خطية . وهنا قد يتبادر إلى ذهن القارئ تساؤل منطقي ، وهو طالما أنه في الإمكان صياغة مشكلة النقل على صورة مشكلة برمجة خطية ، فلماذا إذن نستخدم لحلها أسلوباً خاصاً برغم إمكانية ذلك بطرق البرمجة الخطية السابقة ؟ ! الحقيقة أنه وإن كانت مشكلة النقل تندرج تحت طرق البرمجة الخطية ويتم صياغتها بذات الأسلوب المتبع في البرمجة الخطية ، إلا أن لها من الخصائص والسمات ما يمكننا من حلها بمنهج خاص يتلائم مع تلك الخصائص والسمات أكثر ملائمة من استخدام منهج السمبلكس ، وقد أستخدم على

تسمية هذا المنهج للخاص بطريقة النقل ، وهذه الطريقة تعتبر سهلة وميسرة وفعالة بما فيه الكفاية إذا ما قورنت بطريقة السمبلكس .

من ناحية أخرى فإنه قد يعتقد البعض أن نموذج النقل لا يجد له مكاناً في التطبيق إلا على تلك الحالات التي تمثل فعلاً عملية إنتقاء مادي للسلع ويكون مطلوب في تلك الحالة العمل على الوصول بتكلفة النقل الإجمالية إلى حدّها الأدنى ، إن هذا الاعتقاد ونك التصور نشأ بلا شك بسبب الاسم الذي يأخذه هذا النموذج (نموذج النقل لو مشكلة النقل) فالحقيقة إن هذا الاسم يعتبر خادع ومضلل Misleading إلى حد ما ، حيث أن نوعيات المشاكل التي تطبق عليها طريقة النقل متنوعة ومتعددة جداً ، وليست مقصورة فقط كما يفهم من مسميها على الإنتقال المادي للسلع والبضائع . فهي صالحة للتطبيق وبجراح تام على كثير من المشاكل المتنوعة مثل تخطيط الإنتاج Production Planning ، وجدولة الآلات Machine Scheduling وتحليل المواقع Location Analysis وجدولة القوى العاملة Work Force Scheduling ، والعديد من نوعيات المشاكل الأخرى . وسوف نتعالج في نهاية الجزء بعض أمثلة من هذه المشاكل التي لا تمثل إنتقالاً مادياً للسلع والبضائع . أما عرضنا التالي فسنركزه على تلك المشاكل المتعلقة بالإنتقال المادي للسلع والبضائع .

وبغرض توضيح مشكلة النقل وكيفية صياغتها كمشكلة برمجة خطية فإننا سنطرح المثال التالي الذي راعينا فيه التبسيط بغرض التوضيح .

مثال علي مشكلة الإنتقال المادي للسلع :

تنتج إحدى الشركات الكبرى في جمهورية مصر العربية منتجاً واحداً متماثلاً في ثلاثة مصانع نوعية تقع جغرافياً في طنطا ، المنصورة ، ومنهور ، وتبلغ طاقات المصانع الثلاثة في السنة القادمة من الوحدات للنتجه الكميات التالية (بالآلف وحدة) ١٥٠ ، ١٢٠ ، ٨٠ على الترتيب .

ويتم نقل تلك الكميات إلى مخازن التوزيع الأربعة التابعة للشركة ليتم تسليمها بعد ذلك إلى العملاء ، وتبلغ إحتياجات تلك للمخازن الأربعة عن نفس السنة التخطيطية القادمة ما مقداره كالآتي (بالآلف وحدة) : مخزن الأسكندرية ٦٠ ، مخزن الحلة ١٣٠ ، مخزن كفر الشيخ ١١٠ ، مخزن الزقازيق ٥٠ .

ولقد توفر للشركة للعمليات الكاملة والمتعلقة بتكلفة نقل الوحدة من كل مصنع من المصانع الثلاثة ، إلى كل مخزن من مخازن التوزيع الأربعة وكانت هذه التكلفة كما هو مبين من الجدول التالي :

المخزن \ المصنع	تكلفة نقل الوحدة إلى (بالجنيهات)			
	الأسكندرية	للحالة	كفر الشيخ	الزقازيق
طنطا	٦	١٢	٤	٣
المنصورة	٨	١٥	٧	٨
دمهور	٣	١١	٢	٥

والمطلوب :

إيجاد جدول الشحن الأمثل للفترة التخطيطية القادمة والذي يفي بإحتياجات المخازن الأربعة من إنتاج المصانع الثلاثة بحيث تصل تكلفة النقل إلى أدنى حد ممكن .

الحل :

لقد سبق القول بأن مشكلة النقل (مثل الحالة التي أمامنا الآن) تعتبر نوعاً خاصاً من مشاكل البرمجة الخطية ، ولتوضيح ذلك سنحاول وضع المشكلة التي يمثلها هذا المثال في صياغة رياضية على غرار الصياغة الرياضية لمشكلة البرمجة الخطية .

يتعين علينا أولاً أن نحدد المتغيرات القرارية التي تتضمنها الصياغة الرياضية ، أن المتغيرات القرارية في مثالنا هذا تمثل كمية السلع الواجب شحنها من كل مصنع إلى كل مخزن . وحيث أن كل مصنع يعتبر مورد محتمل للمخازن الأربعة ، وحيث أنه يوجد ثلاثة مصانع ، لذلك فإن عدد المتغيرات القرارية في هذه الحالة هي ١٢ (3×4) ، وهذا العدد يمثل طرق الشحن المحتملة أو المتغيرات القرارية . أي أنه يمكن القول بصفة عامة أن عدد للمتغيرات القرارية يعادل عدد نقاط الإمداد والتوريد (المصانع) مضروباً في عدد نقاط الطلب (مخازن التوزيع) .

والجدول التالي يوضح الرموز التي ستعبر عن تلك للتغيرات القرارية :

المخزن / المصنع	الأسكندرية	الحالة	كفر الشيخ	الزقازيق	طاقة المصنع
طنطا	١١س	٢١س	٣١س	٤١س	١٥٠
المنصورة	١٢س	٢٢س	٣٢س	٤٢س	١٢٠
دمهور	١٣س	٢٣س	٣٣س	٤٣س	٨٠
إحتياجات المخزن	٦٠	١٣٠	١١٠	٥٠	٣٥٠ / ٣٥٠

ويلاحظ أن التغير القرارى لأخذ رمز نو قيمة مزدوجة وذلك بسبب أن التغير القرارى فى هذا النوع من المشاكل يمثل الكمية للنقولة من مصنع ما إلى مخزن ما وعليه فإذا كنا سنرمز للمتغير القرارى بصفة عامة بالرمز الذى إستخدمناه قبل ذلك وهو (س) ، إذن يتطلب الأمر أن ننيل ذلك الرمز برقم مزدوج ليشير إلى رقم المصنع ورقم المخزن ، فمثلاً للتغير القرارى (١١ س) يعبر عن الكمية التى سيتم شحنها من المصنع الأول (طنطا) إلى المخزن الأول (الأسكندرية) ، كذلك يشير التغير القرارى (١٢ س) إلى الكمية التى سيتم شحنها من المصنع الثانى (المنصورة) إلى المخزن الأول (الأسكندرية) وهكذا .

وحيث أن هدف الشركة هو أن تعمل على نقل إنتاج المصانع الثلاثة للوفاء بإحتياجات المخازن الأربعة بحيث تصل تكلفة النقل الإجمالية إلى حددها الأدنى أى أن دالة الهدف ستكون كالآتى :

دالة الهدف:

$$+ \text{تخفيض } ٦ \text{ س } ١١ + ١٢ \text{ س } ٢١ + ٤ \text{ س } ٣١ + ٣ \text{ س } ٤١ + ٨ \text{ س } ١٢ + ١٥ \text{ س } ٢٢ + ٧ \text{ س } ٣٢ + ٨ \text{ س } ٤٢ + ٣ \text{ س } ٥٢ - ٤٣ \text{ س } ١١ + ١٣ \text{ س } ٢٢ + ٥ \text{ س } ٣٣$$

أما القيود المفروضة على تلك الدالة فتتمثل في نوعين من القيود ، النوع الأول يتعلق بنقاط التوريد والآخر يتعلق بنقاط الطلب ، بخلاف شرط عدم السلبية .

قيود نقاط التوريد :

$$\begin{aligned} 11س + 21س + 31س + 41س & \geq 150 \text{ (مصنع طنطا)} \\ 12س + 22س + 32س + 42س & \geq 120 \text{ (مصنع للنصورة)} \\ 13س + 23س + 33س + 43س & \geq 80 \text{ (مصنع دمنهور)} \end{aligned}$$

(ها قيود نقاط الطلب :

$$\begin{aligned} 11س + 12س + 13س & \geq 60 \text{ (مخزن الأسكندرية)} \\ 21س + 22س + 23س & \geq 130 \text{ (مخزن للحلة)} \\ 31س + 32س + 33س & \geq 110 \text{ (مخزن كفر الشيخ)} \\ 41س + 42س + 43س & \geq 50 \text{ (مخزن الزقازيق)} \end{aligned}$$

شروط عدم السلبية :

$$11س ، 21س ، 31س ، 41س ، 12س ، 22س ، 32س ، 42س ، 13س ، 23س ، 33س ، 43س \geq 0$$

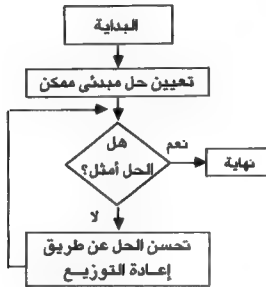
صفر

ويوضح من هذه الصياغة الرياضية أن مشكلة النقل البسيطة نسبياً قد قادتنا إلى مشكلة برمجة خطية كبيرة نوعاً ما ، وتتفاقم للمشكلة إذا كان لدينا مشكلة نقل بها ١٠ مصادر توريد و ٥٠ نقطة طلب هنا سنجد أن للمشكلة تحتوي على ٥٠٠ متغير قرارى (٥٠*١٠) وعدد ٦٠ قيد (١٠ + ٥٠) ، وبرغم أن مشكلة بهذا الحجم لا تمثل عبئاً عند حلها باستخدام الحاسب الآلى ، إلا أن استخدام طريقة النقل في حلها تعتبر أسهل وأيسر من حلها بطريقة السمبلكس وهذا هو الذى جعلنا نبتعد عن حلها باستخدام أسلوب السمبلكس وتوصل إلى طريقة النقل التى تعتبر أفضل بكثير فى التعامل مع تلك النوعية من المشاكل .

الحل باستخدام طريقة النقل :

بعد التقديم السابق سنركز اهتمامنا الآن على حل المثال السابق باستخدام طريقة النقل والتى تعتبر بمثابة منهج حل متخصص ، تم التوصل إليه لمعالجة وحل مشاكل النقل ،

ومنهجياً فإن طريقة النقل تتشابه إلى حد ما في خطواتها مع طريقة السمبلكس ، فهي تبدأ لحل مبدئي ممكن Initial Feasible Solution ثم يتم إختبار أمثلية Optimality ، فإذا كان الحل أمثلاً فإن خطوات الحل تتوقف ، أما إذا تبين أن الحل للمبدئي ليس بعد هو الحل الأمثل يتم العمل على تحسينه عن طريق تغيير نمط الشحن (أي إعادة التوزيع) ، ونستمر في إختبار المثالية وإعادة التوزيع Reallocating حتى نصل إلى جدول الحل الأمثل والشكل التالي يوضح خطوات منهج طريقة النقل .



الخطوة الأولى لطريقة النقل : إيجاد جدول الحل المبدئي الممكن :

إن الخطوة الأولى وفقاً لمنهج طريقة النقل هي إيجاد جدول الحل للمبدئي الممكن ، ولعله يكون من المناسب أولاً أن نتعرف على خصائص وسمات الحل الممكن ، إن الحل يعتبر ممكناً إذا كان يقدم جدولاً للشحن لا يتعدى للطاقات المتاحة للمصانع وفي ذات الوقت يستوفي إحتياجات المخازن بدون تجاوز طاقات المصانع ، ومعنى ذلك أن الحل الذي يستوفي قيود التوريد ، وقيود الطلب المختلفة هل هو حل أساسي وممكن في الوقت نفسه ، فعلاً الجدول التالي يمكن إعتباره جدول حل مبدئي أساسي وممكن للمثال الذي نتناوله بالحل . مع ملاحظة أن شكل الجدول التالي هو التصميم أو الشكل الذي سنستخدمه باستمرار كتصميم عام لجدول الحل لمشكلة

النقل ، ويلاحظ منه أننا نضع تكلفة النقل في مربع صغير داخل الخلايا المثلثة لطرق الشحن ، أما القيم التي توضع داخل بعض الخلايا فهي تمثل الكمية التي سيتم شحنها عبر هذا الطريق . وبناء على هذا التوضيح سيتم إعداد جدول حل مبدئي ممكن مع مراعاة أننا نستبدلنا أسماء المصانع بالرموز أ ، ب ، ج ورمزنا للمخازن بالرموز س ، ص ، ع ، ل على التوالي :

المخزن \ المصنع	س	ص	ع	ل	طاقة المصنع
أ	٦	١٢	٤	٣	١٥٠
ب	٨	١٥	٧	٨	١٢٠
ج	٣	١١	٢	٥	٨٠
إحتياجات المخزن	٦٠	١٣٠	١١٠	٥٠	٣٥٠

ويتضح من هذا الجدول أنه جدول حل مبدئي أساسي ويمكن حيث أنه يستوفي قيود التوريد وقيود الطلب ، فإجمالي الكميات المنقولة من كل مصنع تعادل تماماً طاقة ذلك المصنع ، كذلك يتضح أن إجمالي الكميات المنقولة إلى كل مخزن تعادل تماماً الكميات المطلوبة لذلك المخزن أي أن هذا الجدول يستوفي كافة قيود العرض (طاقة المصانع) ، وقيود الطلب (إحتياجات المخازن) ومن ناحية أخرى فإنه يمكن حساب تكلفة النقل الإجمالية لنمط الشحن الوارد بالجدول للمبدئي عن طريق ضرب الكمية للنقولة * تكلفة نقل الوحدة المرتبطة بتلك الكمية ، ويكون مجموع حواصل الضرب هي إجمالي تكلفة النقل لذلك الحل ، وفي العادة يتم إعداد هذه العملية الحسابية أسفل الجدول .

إجمالي تكلفة النقل للجدول السابق =

$$١٠٠ * ١٢ + ٥٠ * ٣ + ٣٠ * ١٥ + ٩٠ * ٧ + ٦٠ * ٣ + ٢٠ * ٤ = ٢٦٥٠ جنيه .$$

ولكن السؤال الهام والأساسي هو كيف يمكن إيجاد ذلك الحل للمبدئي الممكن ؟ إن الجزء التالي سيتولى بالتوضيح والتفسير التام الإجابة على ذلك السؤال الهام .

طرق إعداد الحل المبدئي الممكن :

الحقيقة أنه يمكن إيجاد جدول الحل المبدئي الممكن بأى صورة جزائية ، بمعنى شغل الخلايا بأى كميات ولا يوجد من شرط على هذا الحال سوى مراعاة خاصية الحل الممكن وهى إستيفاء كافة القيود الخاصة بالعرض والطلب ، ولكن حتى يمكن وضع خطوات محددة ومقننة وبغرض العمل على توحيد من الجميع فى إيجاد ذلك الحل المبدئي ظهرت بعض الطرق المنطقية التى تجعل خطوات إيجاد الحل المبدئي للممكن روتينية ووفق خطوات محددة وموحدة وواجبه الإلتباع . تلك الطرق ليس جميعها على نفس درجة الكفاءة فى التوصل إلى ذلك الحل المبدئي للممكن ، فهناك طرقاً كل مايعنيها فقط هو التوصل إلى حل أساسى مبدئى ممكن ، أى مجرد إستيفاء قيود العرض والطلب دون أى إعتبار لعامل تكلفة النقل ، وهناك طرق أخرى أكثر كفاءة إذ أن شغلها الشاغل ليس فقط مجرد إيجاد حل مبدئى ممكن بل أنها تعمل فى ذات الوقت إلى أن يكون هذا الحل المبدئى الممكن يقترب ما أمكن من الحل الأمثل ومن ثم يوفر الجهد المبذول فى عدة جولات للحل وصولاً للحل الأمثل ، إذ أنها طرق تأخذ فى إعتبارها بالإضافة إلى إستيفاء قيود العرض والطلب التوصل إلى حل مبدئى ذات إجمالى تكلفة نقل منخفضة ، أى إنها تنظر أيضاً إلى عامل التكلفة حتى وهى تعمل على إيجاد حل مبدئى ممكن ، وإجمالاً فإن الطرق المستخدمة فى إيجاد حل المبدئى الممكن هى :

- ١ - طريقة الركن الشمالى الشرقى .
- ٢ - طريقة أدنى تكلفة فى الصف .
- ٣ - طريقة أدنى تكلفة فى العمود .
- ٤ - طريقة أدنى تكلفة فى المصفوفة .
- ٥ - طريقة فوجل التقريبية .
- ٦ - طريقة رسل التقريبية .

وفيما يلى شرح تفصيلى للطريقة الأولى وهى أكثرها إنتشاراً .

طريقة الركن الشمالي الشرقي North West Corner Method

يجدر بنا أن ننوه في البداية إلى أنه يوجد إختلاف في أسم هذه الطريقة في كل من اللغة العربية واللغة الإنجليزية . وهذا الإختلاف مرجعه أننا في اللغة العربية ننظر إلى الجدول من اليمين إلى اليسار ، بعكس الحال في اللغة الإنجليزية .

وتعتبر طريقة الركن الشمالي الشرقي من أسهل المدخل المستخدمة لإيجاد جدول الحل المبدئي الممكن لمشاكل النقل ، ولهذا السبب نجدها أكثر شيوعاً وإستخداماً . ولقد سميت بأسم الركن الشمالي الشرقي لأنها تبدأ بشغل الخلية الواقعة في أقصى الركن الشمالي الشرقي بالجدول المبدئي ، ثم تتابع خطوات شغل باقى الخلايا وفق الأسلوب الذى تسير عليه هذه الطريقة والذى سنوضحه فيما يلى :

يتم إيجاد الجدول المبدئي الممكن وفقاً لطريقة الركن الشمالي الشرقي وفقاً للخطوات التالية علماً بأننا سنطبق تلك الخطوات على المثال الذى بدأنا به هذا الجزء .

١ - إبدأ بالخلية الواقعة في أقصى الركن الشمالي الشرقي (وهى الخلية أ س) وضع بها كمية من الوحدات تساوى كمية صفها أو كمية عمودها أيهما أقل . أى يوضع بذلك الخلية الكمية المثلة لطاقة المصنع (أ) أو طاقة المخزن (س) أيهما أقل ، وحيث أن طاقة المصنع (أ) ١٥٠ وحدة ، وطاقة المخزن (س) هى ٦٠ وحدة ، إذن سيتم شغل الخلية (أ س) بكمية مقدارها ٦٠ وحدة ، وبذلك يكون للمخزن (س) قد حصل على كامل إحتياجاته من إنتاج المصنع (أ) ، ومازال بهذا للمصنع كمية مقدارها ٩٠ وحدة (١٥٠ - ٦٠) .

٢ - تحرك إلى يسار تلك الخلية أو إلى أسفلها (حسب مقتضيات الحال) وأشغلها بكمية تساوى كمية صفها أو كمية عمودها أيهما أقل . ولكن ما الذى يحدد لنا إتجاه الحركة سواء إلى اليسار أو إلى أسفل؟ إن إتجاهنا إلى اليسار أو إلى أسفل محدد بالصف أو العمود الذى تم إستيفائه بالكامل . إذ يوضع كمية مقدارها ٦٠ وحدة في الخلية (أ س) يكون المخزن (س) قد أستوفى حاجته تماماً ومن ثم لا يمكن أن تشغل أى خلية بعمود ذلك المخزن بأى كمية ومن ثم فالإتجاه إجبارى إلى الخلية الواقعة إلى اليسار أى ننقل إلى العمود الثانى ، وتحديداً إلى الخلية (أ ص) . ونقوم بشغل الخلية (أ ص) بكمية تساوى كمية صفها (بعد خصم ٦٠ وحدة منها سبق شغلها عبر

الخلية (أ س) ، أو كمية عمودها (١٣٠) أيهما أقل، وحيث أن كمية الصف للتبعية من طاقة المصنع هي ٩٠ وحدة (١٥٠ - ٦٠) ، وأن كمية العمود (١٣٠) . إذن يتم شغل الخلية (أ ص) بالكمية الأقل وهي ٩٠ وحدة .

٣ - ثم يتم التحرك إلى يسار تلك الخلية أو إلى أسفلها (حسب مقتضيات الحال) ويتم شغلها بكمية صفها أو كمية عمودها أيهما أقل . ويتم الإستمرار في هذا العمل حتى يتم مقابلة كل قيود التوريد وقيود الطلب ، وسيظهر جدول الحل المبدئي وخطواته طبقاً لطريقة الركن الشمالي الشرقي كالآتي :

المخزن / المصنع	س	ص	ع	ل	طاقة المصنع
أ	٦	١٢	٤	٣	١٥٠
ب	٨	١٥	٧	٨	١٢٠
ج	٣	١١	٢	٥	٨٠
إحتياجات المخزن	٦٠	١٣٠	١١٠	٥٠	٣٥٠

٦٠ - ٩٠ = ٩٠ - صفر

٤٠ - ٨٠ = ٨٠ - صفر

٣٠ - ٥٠ = ٥٠ - صفر

٦٠ -	٩٠ -	٨٠ -	٥٠ -
صفر	٤٠	٣٠	صفر
٤٠ -	٣٠ -		
صفر	صفر		

وستكون التكلفة الإجمالية للنقل وفقاً للجدول المبني هي =

$$٦٠ * ٦ + ٩٠ * ١٢ + ٤٠ * ١٥ + ٨٠ * ٧ + ٣٠ * ٢ + ٥٠ * ٥ = ٢٩١٠ جديها .$$

ويتضح من خطوات طريقة الركن الشمالي الشرقي أنها تغفل تماماً إعتبارات التكلفة وأن شغلها الشاغل هو التوصل إلى حل مبني ممكن يعتبر الأساس والمنطلق الذي يتم الإرتكاز عليه لجزلات تالية نحو تحسين الحل وصولاً للحل الأمثل .

تحديد الأمثلية Determining Optimality

وفقاً لمنهج طريقة النقل الذي أشرنا إليه في مقدمة هذا الجزء ، فإن إيجاد جدول الحل المبني الممكن يعتبر بمثابة الخطوة الأولى من خطوات حل مشكلة النقل ، وتكون الخطوة الثانية هي تحديد ما إذا كان جدول الحل المبني الذي تم التوصل إليه من الخطوة الأولى يمثل الحل الأمثل أم لا ؟ بمعنى إختبار أمثلية الحل . فإذا ما اتضح أن الحل أمثل فقد توصلنا إلى حل للمشكلة ، أما إذا ماتبين أن الحل غير أمثل فإن الأمر يتطلب الإستمرار في العمل نحو تحسينه ، ونود أن نوضح هنا من البداية أن إختبار المثالية يعتبر في حد ذاته نقطة إنطلاق نحو تحسين الحل ، بمعنى أن هذا الإختبار لا تقتصر نتائجه على الحكم بأن الحل الحالي أمثل أم لا ؟ ، بل أنه يتعدى هذه الحدود ويوضح لنا الطريق الذي نتبعه نحو تحسين ذلك الحل .

كذلك يتعين أن نوضح منذ البداية أيضاً أن إختبار المثالية لمشكلة النقل هو في أساسه ومفهومه نفس الإختبار الذي سبق إتباعه في طريقة السمبلكس ، أي أنه منهجياً يسير بنفس الخطوات المتبعة في تحسين الحل المبني لطريقة السمبلكس ، فقد كانت مثالية جدول السمبلكس لتحديد بتقييم كل متغير غير أساسي من حيث مقارنة المكسب الذي يمكن أن نحققه من جعل ذلك المتغير أساسياً (الأرباح الداخلة) مقارنة بالتضحية التي سنتحملها في سبيل إحداث هذا التغيير (التكاليف الداخلة) وعندما نصل إلى النقطة التي نجد فيها أن أيّاً من المتغيرات غير الأساسية لا تقدم تحسناً إضافياً للحل ، نكون بذلك قد وصلنا إلى الحل الأمثل .

إن ذلك الدخول سيكون هو نفسه الدخول المتبع في تحديد أمثلية الحل لجزلات مشكلة النقل ، فالمتغيرات غير الأساسية في مشكلة النقل هي تلك الخلايا التي يتم شغلها بالجدول (الخلايا الفارغة) ، ولذلك يتم مقارنة تكلفة النقل لكل خلية فارغة وسنطلق عليها تكلفة النقل المباشرة ، بصافي التغيير في تكلفة الطرق الأخرى الذي سيحدث لو فكرنا في شغل تلك الخلية

الفارغة ، وسنطلق عليها اصطلاح التكاليف غير المباشرة وسيكون الحل أمثل إذا كانت التكلفة المباشرة للخلايا الفارغة (متغيرات غير أساسية) تزيد عن صافي التخفيض في التكاليف غير المباشرة الناشئة من إعادة الشحن عبر الخلايا الأخرى (الطرق الأخرى) .

وقبل الدخول في تفاصيل الطرق للتبعية في اختبار الثنائية ، يهتما أيضاً أن نغطي مفهوم الأمثلية بمزيد من الوضوح ، لذلك سنواصل توضيح مفهوم القاعدة السابقة بمثال مبسط بدلاً من تطبيقه على المصفوفة الأصلية إختصاراً للعمليات الحسابية المطلوبة ، ثم ننقل هذا المفهوم بعد إستيعابه للتطبيق على المشكلة الأصلية .

يفرض أن المصفوفة التالية تمثل جدول الحل المبدئي الممكن لمشكلة نقل ومطلوب إجراء إختبار الثنائية عليها وفقاً للقاعدة التي طرحناها في هذا الجزء .

طاقة المصنع	ب ٢	ب ١	للخزن المصنع
٦٠	٦ ١٠	٣ ٥٠	١
٦٠	١٥ ٦٠	٨	٢
١٢٠ ١٢٠	٧٠	٥٠	إحتياجات المخزن

يتضح من هذا الجدول المبدئي أن المتغيرات الأساسية (الخلايا للمشغولة) هي :
١١ ب ١ ، ١١ ب ٢ ، ٢ ب ٢ .

أما الطريق الوحيد أو الخلية الوحيدة غير المشغولة (المتغير غير الأساسي) فهي الخلية أو الطريق ١ ب ١ ، ووفقاً للقاعدة السابقة : إذا كان الحل الذي تقدمه تلك المصفوفة هو الحل الأمثل فإنه من الضروري أن نجد أن تكلفة النقل بالخلية (١ ب ١) أكبر من التخفيض أو الوفر الناتج من إعادة الشحن على الطرق والخلايا الأخرى . ولكن كيف يمكننا حساب ذلك ؟ فيما يلي نوضح كيف يمكن إجراء العمليات الحسابية بهدف المقارنة المطلوبة والتي تقرر لها تلك القاعدة .

دعنا نتخيل أننا قررنا شغل الخلية الفارغة (أ ب ١) وليكن بوحدة واحدة فإن صف أ (طاقة للمصنع الثاني) ستزيد إلى ٦١ وحدة ، ونحن نفترض أن طاقات المصنع محددة ، إذن ليس هناك من حل سوى أن يتم تخفيض الخلية للجورة (أ ب ٢) بمقدار وحدة لإحداث التوازن الذي أخل بشغل الخلية (أ ١ ب ٢) بوحدة ، ولكن شغل الخلية (أ ١ ب ١) بوحدة واحدة لا يؤثر فقط على صفها ولكنه أثر على عمودها ، إذ بشغلها بوحدة واحدة يترتب عليه أن تزداد إحتياجات المخزن بوحدة واحدة (تصبح ٥١) ، وهذا لا يصح إذ يتعين الإبقاء على متطلبات المخازن كما هي ، لذا يتعين تخفيض الكمية المنقولة بالخلية (أ ١ ب ١) بوحدة واحدة لإحداث التوازن ، ولكن تخفيض الكمية المنقولة بالخلية (أ ١ ب ١) بمقدار وحدة واحدة وأن كان قد أعاد التوازن الى العمود (ب ١) ، إلا أنه أحدث خللاً بالصف (أ ١) إذ ستكون طاقة المصنع (٥٩) وهذا غير حقيقي ويتطلب العمل على إعادة التوازن مرة أخرى عن طريق إضافة وحدة واحدة إلى الخلية (أ ١ ب ٢) . والسؤال الآن هل عمليات إعادة التوازن هذه والتي فرضتها عملية شغل الخلية (أ ١ ب ١) بوحدة واحدة ليس لها إنعكاس وتأثير على التكلفة ؟ وماهي النتيجة النهائية أو المحصلة النهائية لإعادة التخصيص من زاوية التكاليف ؟ للإجابة على ذلك نقول أن هذه التعديلات لابد وأن تنعكس تكاليفياً والأمر يحتاج إلى قياس هذا الإنعكاس والتأثير ولكن دعنا نحدد بصورة أوضح التغيرات التي تمت :

* شغل الخلية (أ ١ ب ١) بوحدة واحدة يترتب عليه التغيرات التالية مجتمعة :

* تخفيض الخلية (أ ١ ب ١) بوحدة واحدة

* زيادة الخلية (أ ١ ب ٢) بوحدة واحدة

* تخفيض الخلية (أ ١ ب ٢) بوحدة واحدة

ولكن ما هو الإنعكاس من ناحية التكاليف لنقرر عما إذا كانت المحصلة في صالح هذا التغيير أم لا ؟ .

إن الترجمة التكاليفية لهذه التغيرات يمكن حسابها كالآتي :

- * شغل الخلية (أ ب ١) بوحدة واحدة سيؤدي إلى زيادة التكلفة بمقدار ٤+ جنيه
 - * تخفيض الخلية (أ ١ ب ١) بوحدة واحدة سيؤدي إلى خفض التكلفة بمقدار ٣- جنيه
 - * زيادة الخلية (أ ١ ب ٢) بوحدة واحدة سيؤدي إلى زيادة التكلفة بمقدار ٦+ جنيه
 - * تخفيض الخلية (أ ٢ ب ٢) بوحدة واحدة سيؤدي إلى خفض التكلفة بمقدار ١٠- جنيه
- للحصول النهائية للتغيير ٣- جنيه

وهذا معناه إنه إذا فكرنا في شغل الخلية الفارغة (أ ب ١) بمقدار وحدة واحدة فإن ذلك سيزيد عليه إنخفاض تكلفة النقل لذلك الحل المبدئي بمقدار ٣ جنيه ، وهذا يعني أن ذلك الحل المبدئي غير أمثل ، إذ يمكن تخفيض تكلفته عن طريق شغل الخلية (أ ب ١) والذي إتضح أنه من المصلحة أن نقوم بشغلها ، ومن ناحية أخرى إذا كان في استطاعتنا توفير ٣ جنيه عن كل وحدة يتم نقلها عبر الطريق (أ ب ١) ، فإن التوفير في التكلفة سيتم تعظيمه لشحن أقصى كمية ممكنة على ذلك الطريق ، ولكن ما هو الحد الأقصى لعدد الوحدات التي يمكن أن ننقلها عبر ذلك الطريق ؟ أو بمعنى آخر كم عدد الوحدات التي يمكن أن نشغل بها الخلية (أ ب ١) ؟ .

إن تحديد الكمية (الحد الأقصى) التي يمكن أن تنتقل إلى الخلية (أ ب ١) لتحديد أيضاً من خلال حركة التغييرات التي إستخدمناها في حساب الحصول النهائية لتكلفة التغيير . فلقد ذكرنا قبل ذلك أن شغل الخلية (أ ب ١) سيزيد عليه تغييرات في الخلايا الأخرى من تخفيض وزيادة ويمكن أن نعبر عن التخفيض والزيادة بإشارة (- ، +)

وهذا ما يوضحه الشكل التالي :

	٢٠	١٠	
٦	+	٣	-
	١٠		٥٠
١٠	-	٤	+
	٦٠		

ومن هذا الشكل يمكن إستنتاج أن إضافة أى كمية إلى الخلية (أ ب ١) سيقابلها تخفيض كل من الخليتين (أ ١ ب ١) ، (أ ب ٢) بنفس الكمية ، وحيث أن هناك قيداً بعدم السلبية لنا يتعين أن ننقل أقصى كمية إلى الخلية (أ ب ١) شريطة ألا يترتب علي ذلك أن تصبح كميات أحدي الخلايا سالبة ، معني ذلك أنه لايمكن نقل كمية مقدارها ٦٠ وحدة ، لأن ذلك معناه تخفيض الخلية (أ ب ١) بمقدار ٦٠ وحدة ، وحيث أن كل الكمية الموجودة بها هي ٥٠ وحدة إذن ستقلب تلك الخلية إلى كمية سالبة (٥٠ - ٦٠ = ١٠) وهذا غير صحيح حسب شرط عدم السلبية ، إذن أقصى كمية يمكن نقلها هي تلك الكمية التي لا يترتب عليها أن تتحول أى خلية يتم تخفيضها وفقاً للتغيرات التي ستحدث إلى كمية سالبة . ومعني ذلك كله أن كمية الوحدات التي سيتم نقلها إلى الخلية التي ستخفض (أى الخلايا التي علامتها سالبة في خط السير المرسوم) .

وتطبيقاً لهذه القاعدة علي المثال المبسط السابق سنجد ان هناك خليتين علامتهما سالبة وهما

(أ ١ ب ١) ، (أ ب ٢) كمية الاولى ٥٠ وحدة وكمية الثانية ٦٠ وحدة ، إذن الحد الأقصى الذي يمكن نقله إلى الخلية (أ ب ١) وهو ٥٠ وحدة . وفيما يلي تصوير للمصفوفة وفقاً للأسلوب الذى تتبعناه

ب		ب	
أ	١	٢	٣
١	٦	٣	٦٠
٢	١٠	٤	٥٠

ب		ب	
أ	١	٢	٣
١	٦	٣	٥٠ + ١٠
٢	١٠	٤	٥٠ - ٦٠

←

ب		ب	
أ	١	٢	٣
١	٦	٣	٥٠ - ٥٠
٢	١٠	٤	٥٠ + صفر

* تكلفة الجدول المبني = $10 \times 60 + 6 \times 10 + 3 \times 50 = 810$ جنيه

* تكلفة الجدول بعد التحسين = $10 \times 60 + 4 \times 50 + 6 \times 10 = 760$ جنيه

ومن خلال المقارنة سنجد أن الحل الثاني قد أدى إلى إنخفاض تكلفة النقل بما قيمته ١٥٠ جنيه (٨١٠ - ٦٦٠) وهو تخفيض متوقع ، حيث أننا سنقوم بنقل ٥٠ وحدة إلى الخلية (أ ب ١) والتي تبين من قبل أن أي وحدة يتم نقلها عبر تلك الخلية ستعمل على تخفيض التكلفة بما قيمته ٣ جنيهات للوحدة الواحدة ، إذن إجمالي التخفيض المتوقع هو $3 \times 50 = 150$ جنيه

هذا المثال البسيط يوضح الخطوات الرئيسية في اختبار مثالية الحل لمشكلة النقل ، وكذا خطوات تحسين الحل إذا ما اتضح أن الجدول غير أمثل .

الأساليب المختلفة لإعداد الموازنة الرقابية

تعرف الموازنة الرقابية بأنها خطة مالية وعينية تستخدم كتقدير للعمليات المستقبلية وكأداة للرقابة عليها ، فهي تقدير للتكاليف المستقبلية وخطة منظمة لاستخدام القوى العاملة والموارد والإمكانات المتاحة ، وقائمة معتمدة تبين الخطط والسياسات الإدارية وتستخدم كمرشد في التنفيذ الفعلي لفترة مقبلة ، بالاستخدام الفعال كامل للموازنات الرقابية يستلزم مايلي:

- تخطيط لاهداف الأداء والتنفيذ (توزيع للورد والاستخدامات على أوجه النشاط المختلفة) .
- قياس الأداء الفعلي والتنفيذ الحقيقي .
- مقارنة الأداء الفعلي مع الأداء المخطط واستخراج الانحرافات.
- تحليل الانحرافات وبيان اسبابها .
- اقتراح العلاج الواجب واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة .

عملية اعداد الموازنة الرقابية :

يمكن تمييز أسلوبين رئيسيين لإعداد الموازنة الرقابية :

- الأسلوب الرياضي أو الكمي .
- الأسلوب السلوكي .

في ظل النماذج الرياضية ، يمكن ملاحظة أنها تحاول تحقيق أعظم فائدة ممكنة للمشروع ، دون الأخذ في الاعتبار صالح العاملين فيه - إلى حد كبير ، وأيضا تجاهل الاعتبارات السلوكية لأعضاء التنظيم والاعتبارات والتغيرات البيئية ، وهكذا يفضل استخدامها في حالات التأكيد وفي حالة وجود توازن في توزيع القوة في المنظمة وفي حالات الاستقرار الفني والتقني ... إلا أنها لا تكون مناسبة في حالات عدم التأكيد وفي ظل الاعتبارات السلوكية للمشاركين .

في اعدادها . كذلك يشترط استخدامها وجود هدف واحد محدد بدقة ومتفق عليه بين وحدات التنظيم المختلفة.

وتعتبر هذه النماذج من وجهة النظر البحتة ذات فاعلية بالرغم من أنها قد لا تسمح بخلق روح الفريق وتحقيق الاطمئنان النفسى لدى العاملين . اضافة الى ما سبق أن مسئولية اعداد الموازنة فى ظل النماذج الرياضية يكون من إختصاص المستويات الإدارية العليا فى التنظيم حيث أن هؤلاء يملكون -هكذا يفترضوا- من الخبرة والعلوم أكثر من غيرهم مما يتيح لهم عمل موازنة أفضل .

الاعتبارات السلوكية فى إعداد الموازنة :

تأخذ النظرية السلوكية فى اعداد الموازنة فى الحسبان أثر للمشاركة فى إعداد الموازنة من قبل العاملين بالإضافة الى عدم تجاهل أن التنظيم يوجد فى بيئة متغيرة ديناميكية وأنه يواجه درجات مختلفة من عدم التأكد . فى ظل هذا الأسلوب يقل الاعتماد على النظرية الاقتصادية ، كما يمكن القول بأن الحلول المقدمة قد لا تكون حلول نموذجية من وجهة نظر أى من أعضاء التنظيم ، وإنما تعتمد على تحقيق درجة من الاشباع أو الرضا لهؤلاء الأعضاء . ويعنى مبدأ الرضا أو الاشباع محاولة تحقيق هدف عام بمستوى مرضى بالوسائل المقبولة من الأعضاء .

وفى ظل استخدام النماذج السلوكية فى اعداد الموازنات ، هناك مجموعة من المتغيرات يمكن أن تؤثر فى تلك الاعداد ، يمكن تقسيمها الى المجموعات التالية والتي تمثل مدخلات لنظام اعداد الموازنة :

- متغيرات بيئية (خارجية)

- متغيرات تنظيمية (داخلية)

- متغيرات شخصية (سلوكية) .

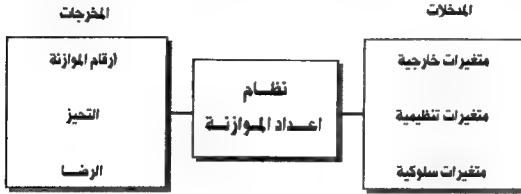
أما مخرجات الموازنة - كنظام - فيتمثل فيما يلى :

- أرقام الموازنة .

- التحيز (فى اعداد أرقام للموازنة)

- الرضا (الاشباع)

ويمكن توضيح العلاقات المشار إليها في صورة مبسطة كما يلي :



نظام اعداد الموازنة

والشكل السابق ينظر لاعداد (نظام) الموازنة كصندوق مغلق دون الأخذ في الاعتبار لتأثير المدخلات المختلفة وكيفية تفاعلها بعضها مع بعض وتأثيرها في المخرجات.

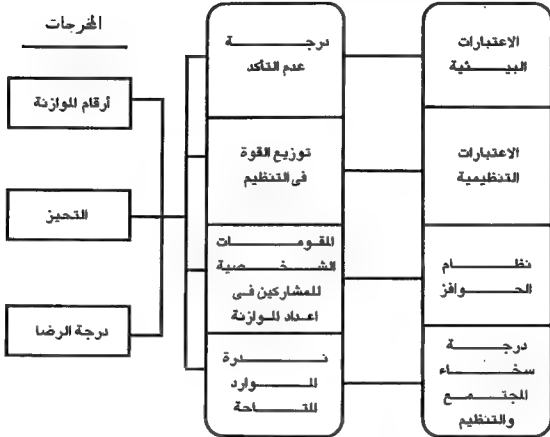
القوة :

كثيراً ما يحدث خلط بين مفهوم القوة ومجموعة أخرى من المفاهيم مثل: التأثير ، السلطة ، الرقابة ، المشاركة القوة ليست شئ مطلق وإنما هي شئ نسبي تظهر في علاقة شخص بآخر أو مجموعة بأخرى ... وتوجد مجموعة من المتغيرات يمكن أن تؤثر في القوة وتوزيعها في التنظيم وبالتالي في توزيع الموارد واعداد الموازنة . ويمكن تقسيم هذه المتغيرات الى مجموعات كمايلي:

- المتغيرات البيئية وأهمها : المستويات الفنية المتاحة في المجتمع ، ظروف السوق ، المستوى الحضارى ، القوانين والقيم والاتجاهات ... (مصدر لعدم التأكد) .
- المتغيرات التنظيمية : المركزية أو عدم المركزية ، طبيعة النشاط ، التنظيم الفنى ، أساليب الاتصال ، نظام الحوافز ، القيود الادارية والطبيعية .
- للمتغيرات السلوكية : الشخص وتكوينه ، البيئة التى نشأ فيها .

- المواد وطرق الحصول عليها (مصادرها)

ويمكن توضيح العلاقات المشار إليها كما في الشكل التالي :



نموذج لاعتماد الموازنة الرقمية

س : ما السلبيات التي تؤخذ على هذا النموذج من وجهة نظرك؟

س : ما اقتراحاتك لمواجهة هذه السلبيات ؟

س : ما هي الاعتبارات الخاصة - من وجهة نظرك - التي ترى أهميتها في إعداد الموازنة بالقسم الذي تنتمي له ؟

س : هل تحقق الرضا عند المشاركة في إعداد الموازنة ؟

س : هل للقوة تأثير في إعداد الموازنة بقسمك ؟

الميزانية التقديرية

تمثل الميزانيات التقديرية الخطة معبراً عنها في قيم مالية في ظل الظروف السائدة ولهذا فإن الخطة طويلة الأجل هي المرشد في إعداد الميزانيات التقديرية السنوية وتحديد العمل الواجب اتخاذه من أجل التحرك نحو الأهداف في المدى الطويل.

وفي الواقع فإن الميزانيات التقديرية تمثل السنة الأولى من خطة المنشأة طويلة الأجل ولهذا الميزانيات وظائف تخطيطية وأيضاً وظائف رقابية ، وسوف نتناول الوظيفة الرقابية لهذه الميزانيات في فصول قادمة.

أما الوظيفة التخطيطية للميزانيات التقديرية فهي تحقيق التنسيق بين مختلف أنشطة المنشأة من أجل الوصول إلى أهداف المنشأة ككل وليس قسم من أقسامها ، ومن ثم فإنه من الضروري تحديد أهداف كل قسم من أقسام المنشأة التي يجب أن تكون متناسقة مع أهداف المنشأة ككل وكمرحلة في سبيل الوصول إلى هذه الأهداف.

ادارة الميزانية :

للوصول إلى الأهداف المرجوة من استخدام الميزانيات التقديرية فإن إعداد واستخدام هذه الميزانيات يجب أن يتم بعناية فائقة . ولهذا فإن برنامج إعداد واستخدام الميزانيات هو مسئولية الإدارة العليا التي تفرضه دائماً على أحد المديرين الذي يعرف باسم مدير الميزانية .

واجبات هذا المدير هي :

(١) التنسيق بين جهود الأشخاص الذين يقومون بإعداد الميزانيات وليس القيام بإعدادها فهذا يجب أن يكون مسئولية الأشخاص الذين سيتولون تنفيذ هذه الميزانيات كل فيما يخصه .

(٢) إعداد تقرير الميزانيات التقديرية .

(٣) التوصية بأى عمل يرى اتخاذه بشأن الميزانيات .

(٤) إعداد المواصفات الخاصة بالرقابة عن طريق استخدام الميزانيات التقديرية .

وقد يتم في بعض الشركات تشكيل لجنة تسمى لجنة الميزانية من المديرين التنفيذيين للإنتاج والتسويق والتمويل بالإضافة إلى مدير الميزانية للتنسيق ومراجعة برنامج الميزانيات ووظائف هذه اللجنة قد تكون :

(١) استلام ومراجعة الميزانيات التقديرية .

(٢) اقتراح التعديلات التي ذراها ضرورية في هذه الميزانيات بالتشاور مع المديرين المسؤولين .

(٣) استلام وفحص تقارير ومتابعة الميزانيات .

(٤) التوصية بأى عمل تراه ضرورى بشأن هذه الميزانيات .

وتبدأ إجراءات اعداد الميزانيات التقديرية فى الغالب قبل التاريخ المحدد لبدء تنفيذ هذه الميزانيات بحوالى ثلاث شهور حتى يمكن الانتهاء منها واعتمادها قبل تاريخ بدء التنفيذ . فمثلاً لو كان بدأ تنفيذ برنامج الميزانيات التقديرية هو يناير من كل سنة فإن اعداد هذه الميزانيات يبدأ فى أكتوبر من السنة السابقة لسنة التنفيذ .

خطوات اعداد الميزانيات التقديرية :

ان الخطوات الاتية هى التى تتخذ فى العادة لاعداد الميزانيات التقديرية الفردية والميزانية التقديرية الشاملة .

(١) تحديد العوامل التى يجب أخذها فى الحسبان عند اعداد الميزانيات التقديرية هذه العوامل والقيود قد تكون داخلية مثل الطاقة الإنتاجية للمصنع والأموال المتاحة للمنشأة ، وقد تكون خارجية مثل ظروف السوق التى تخدمها المنشأة .

(٢) اعداد الميزانية التقديرية للمبيعات . ويجب أن يعبر عن المبيعات المتوقعة بالكميات والقيم (وأيضاً جميع الميزانيات التقديرية الأخرى عندما يكون ذلك مناسباً) لأن تقدير المبيعات على أساس قيم نقدية فقط لايجعل فى امكان المنشأة معرفة ما اذا كان الفرق بين المبيعات المتوقعة والفعالية ناتج عن الفرق فى حجم المبيعات أو ناتج عن فرق فى أسعار البيع نفسها ، تقديرات المبيعات هذه تقسم طبقاً لعدد المنتجات أو حسب مناطق البيع أو كلاهما . ان تحديد الميزانية التقديرية للمبيعات يحدد لدرجة كبيره مصروفات البيع والتوزيع وكمية البضاعة التى سوف تنتج .

(٣) اعداد الميزانية التقديرية للإنتاج على أساس المبيعات المتوقعة ومستوى المخزون المرغوب فيه والطاقة الإنتاجية المتاحة ، وعلى أساس ميزانية الإنتاج يتم اعداد الميزانيات التقديرية للمواد الخام اللازم شرائها والعمالة وتكاليف هذه العناصر بالإضافة الى التكاليف الغير مباشرة .

- (٤) اعداد الميزانية التقديرية لمصروفات البيع والتوزيع والمصروفات الادارية.
- (٥) اعداد الميزانية التقديرية للمصروفات الرأسمالية ، والمقصود بالمصروفات الرأسمالية هو جميع المصروفات الخاصة بشراء الأصول الثابتة والواجبة الدفع خلال السنة . ويتصل بهذا اعداد الميزانية التقديرية لمصروفات الابحاث والتطور . تلك المصروفات التي تعطى جميع المصروفات الخاصة بتحسين طرق الانتاج وتحسين المنتج نفسه .
- (٦) اعداد الميزانية التقديرية للنقدية : وهي تشمل جميع التدفقات النقدية من وإلى المنشأة وبهذا فان أى عجز أو زيادة فى النقدية يمكن معرفته مقدماً وبالتالي تتخذ الإجراءات لتغطية هذا العجز أو استثمار الزيادة . وهذا له أهمية كبيرة من الناحية المالية .
- (٧) وفى النهاية يتم تجميع كل هذه الميزانيات الفردية فى ميزانية تقديرية شاملة لتحديد الربح النهائي المتوقع (القائمة التقديرية للدخل) والتغيير المتوقع فى أصول وخصوم الشركة (قائمة المركز المالى التقديرية) فى نهاية فترة الميزانية التقديرية.
- ويجب أن يلاحظ أن هناك علاقات متبادلة بين كل الميزانيات الفردية بعضها ببعض وبينها وبين الميزانية التقديرية الشاملة . هذه العلاقات المتبادلة يمكن توضيحها فى صورة معادلات كما يلى :
- (١) المبيعات = للمبيعات المتوقعة × السعر .
- ايرادات المبيعات = للمبيعات المتوقعة × السعر .
- (٢) الانتاج = المبيعات + (المخزون من البضاعة تامه للصنع المرغوب فيه فى نهاية المدة - المخزون أول المدة) .
- (٣) للمواد الأولية المستخدمة فى الانتاج = الانتاج × المواد الخام اللازمة لانتاج وحدة واحدة من المنتج .
- (٤) المواد الأولية المشتراة = للمواد الأولية المستخدمة فى الانتاج + (مخزون للمواد الأولية المرغوب فيه آخر المدة - مخزون أول المدة) .
- (٥) تكاليف شراء المواد الأولية = للمواد الأولية المشتراة × سعر شراء الوحدة من هذه المواد .
- (٦) ساعات العمل المباشر اللازمة للانتاج = الانتاج × ساعات العمل المباشر اللازمة لانتاج وحدة واحدة من هذا المنتج .

- (٧) تكلفة العمل المباشر = ساعات العمل للبشر اللازمة للإنتاج × أجر الساعة من العمل المباشر .
- (٨) التكاليف غير المباشرة = التكاليف غير المباشرة الثابتة + التكاليف الغير المباشرة المتغيرة .
- (٩) التكاليف الغير المباشرة الثابتة = الاستهلاك + إيجار المصنع +
- (١٠) التكاليف الغير المباشرة المتغيرة = الإنتاج × التكاليف الغير مباشرة للمتغيرة لكل وحدة من المنتج .
- (١١) مخزون بضاعة تامة المصنع في نهاية المدة = المبيعات × عدد مرات الغطاء للرغوب فيها .
- (١٢) مخزون المواد الأولية للرغوب فيه في نهاية المدة = للمواد الأولية المستخدمة في الإنتاج × عدد مرات الغطاء للرغوب فيها .
- (١٣) تكلفة البضاعة المباعة = (تكلفة مخزون المواد الأولية أول المدة + تكلفة المشتريات للمواد الأولية - تكلفة مخزون المواد الأولية لآخر المدة) .
- + تكاليف العمل المباشر + التكاليف الغير مباشرة .
- + تكاليف مخزون أول المدة من البضاعة تامة المصنع - تكلفة مخزون آخر المدة من البضاعة تامة المصنع .
- (١٤) المصروفات الإدارية والبيعية = المصروفات الإدارية والبيعية الثابتة + المصروفات الإدارية والبيعية المتغيرة .
- (١٥) المصروفات الإدارية والبيعية المتغيرة = المصروفات الإدارية والبيعية المتغيرة بالوحدة الواحدة × المبيعات .
- (١٦) المصروفات الرأسمالية = للمقوعات نظير شراء الأصول الثابتة لأول السنة .
- (١٧) رصيد التقنية = (رصيد التقنية أول المدة + المقبوضات) - المدفوعات .
- (١٨) المقبوضات = المبيعات التقنية + تسديدات العملاء +

(١٩) المدفوعات + (التكاليف غير المباشرة - الاستهلاك) + الأجور المباشرة + مشتريات المواد الأولية الحقيقية + المدفوعات للدائنين + المصروفات الإدارية والبيعية + الضرائب +

(٢٠) الربح (أو الخسارة) = إيرادات المبيعات - (تكلفة البضاعة المباعة + المصروفات الإدارية والبيعية + مصروفات الأبحاث والتطوير) .

(١٢) المركز المالي = الأصول - الخصوم .

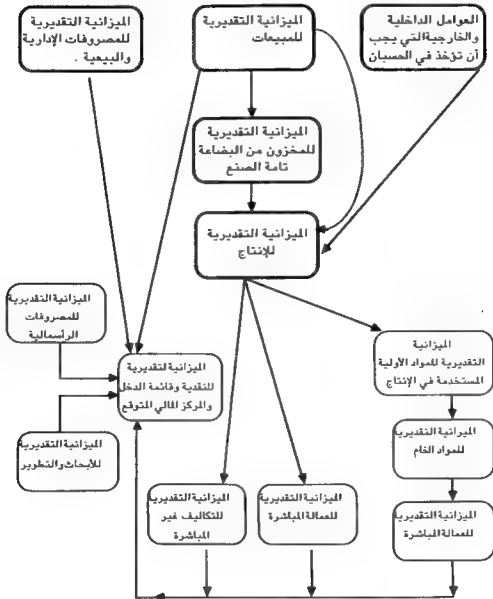
التنبؤ بالمبيعات :

أن التنبؤ بالمبيعات يعتبر حجر الزاوية في أي خطة وبالتالي فإن نجاح الخطة يوقف بالدرجة الأولى على مدى الدقة في عملية التنبؤ هذه لأنها تعتبر الأساس في إعداد الميزانيات التقديرية للانتاج والمشتريات والمصروفات والتدفقات النقدية وتحديد الأرباح الصافية . ولهذا فإن تقدير المبيعات يجب أن يتوخى فيه الدقة والبعد عن عملية الحدس والتخمين ، ويجب أن لا تنطوي عملية التنبؤ فقط على تحليل السوق الخاص بمنتجات الشركة ولكن تتضمن أيضا تحديد المبيعات المتوقعة عند مختلف الأسعار ، حيث أن دراسة سياسات الشركات الخاصة بالتسعير يعتبر جزءا مكملا لعملية التنبؤ هذه منها :

(١) الاعتماد على رجال البيع في أعداد تقديرات المبيعات . وبهذا يحمل رجال البيع بمسئولية أعداد التوقعات الخاصة بمبيعاتهم . وميزة هذه الطريقة أنها تحقق المبدأ الخاص بضرورة إشراك المسؤولين عن تنفيذ الميزانية في أعداد هذه الميزانية .

(٢) تحليل العوامل الخاصة بالسوق والصناعة التي تعمل المنشأة فيها . وهكذا نعترف أن هناك عوامل مهمة لا يمكن معرفتها بواسطة رجال البيع مثل التنبؤ بمعدل النمو الاقتصادي وزيادة الدخل القومي والأرقام القياسية ونفقات المعيشة ، وبهذا يتم تعديل تقديرات رجال البيع بما تم الحصول عليه من معلومات في هذا الصدد .

(٣) التحليل الإحصائي للتقلبات في المبيعات خلال الزمن . فالمبيعات تتأثر بأربع عوامل أساسية هي اتجاهات النمو ، التقلبات الدورية ، التقلبات الموسمية والانحرافات غير المنتظمة في الطلب ، أن دراسة وتحليل النتائج السابقة للمشروع يمكننا من معرفة الاتجاه العام للمبيعات وتحديد أثر العوامل الأربع السابق ذكرها على هذه المبيعات ويتم استخدام نتائج هذه الدراسة للتنبؤ بحجم المبيعات المتوقعة واختيار مدى دقة هذه التوقعات .



تقييم المشروعات ودراصة التكلفة / العائد

تتلخص المشكلة الاقتصادية في ندرة الموارد المتاحة مقارنة بالإستثمارات المطلوبة ، وتعرف الموازنة الرأسمالية Capital Budgeting أو القرارات الإستثمارية Investment Decision بأنها عملية التخطيط للإنفاق الرأسمالى ، وهو ذلك الإنفاق الذى يتوقع أن يحقق عائداً لأكثر من سنة مالية واحدة سواء كان ذلك خاصاً بإقامة مشروعات جديدة ، أو إستكمال أو تحديث مشروعات قائمة فعلاً - أى زيادة الطاقة الإنتاجية المتاحة لمشروعات قائمة - إن طول الفترة الزمنية هو المعيار الأساسى للفرقة بين مامو إتفاق إستثمارى ، رأسمالى ، وما ليس إستثمار رأسمالياً .

تتمثل خطة للتنمية - أى خطة للتنمية - فى مجموعة من المشروعات أو الأنشطة ، ومن ثم فنجاح وفعالية هذه المشروعات يعنى نجاح الخطة ذاتها والعكس صحيح ، وإن ذلك يستلزم ضرورة أن يسبق قيام هذه المشروعات دراسات تفصيلية لعوامل نجاحها وبورها فى تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع الذى تقام فيه . إن مثل هذه الدراسات تعرف بدراسات الجدوى الاقتصادية كما سيتم مناقشته فى أجزاء لاحقة .

بالرغم من حيوية دراسة توزيع الموارد المتاحة على الإستثمارات طويلة الأجل للمكنة ، فإن هذه الدراسة تتصف بصعوباتها لكثرة المتغيرات التى تؤثر وتحكم قرارات الإستثمار المختلفة ، وبعض هذه المتغيرات - مثل ظروف العرض والطلب - يصعب التنبؤ بها والتحكم فيها نتيجة عوامل عدم التأكد ، وتجمع هذه المتغيرات معاً لتقود إلى القول بأن قرارات الإستثمار تمثل مجالاً هاماً من مجالات إتخاذ القرارات الإستراتيجية والتى تكون جزءاً رئيسياً من إهتمامات الإدارة المالية لأى مشروع والإهتمام الأساسى لأى مستثمر أو منظم .

وتشمل دراسات الجدوى الاقتصادية للجالات التالية :

- ١ - مجالات متعلقة بدراسة السوق وإمكانية تقبل المستهلك أو المجتمع لمنتجات المشروع .
- ٢ - مجالات متعلقة بالنواحى الفنية والتكنولوجية وما يرتبط بها من دراسة البدائل المتاحة لطرق الإنتاج ومستوى التكنولوجيا المتاحة ، ومدى توافر عوامل الإنتاج المختلفة .

٣ - مجالات خاصة بالتولوى المالية ومايرتبط بذلك من تحديد لرأس المال المستثمر ورأس المال العامل وتكلفة التشغيل ، ومصادر التمويل المختلفة .

٤ - تقييم البدائل وقياس ربحية المشروع ، ويمثل هذا المجال الموضوع الرئيسى لهذا البحث ، حيث يتم للمقارنة بين معايير تقييم البدائل والتغيرات التى تؤثر فى هذه المعايير فى كل من الإستثمارات التى تهدف إلى تحقيق الربح وتلك التى تتمثل فى مشروعات المنافع العامة ، أى التى لا تهدف إلى تحقيق الربح .

وقد تناول الكثير من الكتاب معايير تقييم البدائل وقياس الربحية للإستثمارات الجديدة دون للمقارنة بين هذه المعايير ولا للتغيرات التى تحكم كل منها بإستثناء متغير حجم المعلومات المتوفرة المخاطرة وعدم التأكد - وأثره على معدلات سعر الخصم discount rate وفى ضوء ما سبق فإن هذا البحث يشمل :

- مفهوم عملية إتخاذ القرارات decision process مع التفرقة بين حالات التأكد Certainty ، حالات للمخاطرة risk وحالات عدم التأكد uncertainty .

- تصنيف قرارات الإستثمار فى ظل مفهوم إتخاذ القرارات فى الحالات المختلفة .

- معايير إختيار الإستثمار الجيد فى المشروعات التى تهدف إلى تحقيق الربح .

١ - مفهوم إتخاذ القرارات :

يتمثل القرار - أى قرار - فى الإختيار من بين بدائل عدة وذلك لتحقيق هدف معين ، والقرار ماهو إلا عملية تنبؤ Predictive ، فهو محاولة للربط بين الماضى والمستقبل ، ويقود القرار إلى تصرف أو رد فعل action معين والذي بدوره يقود إلى تحقيق ناتج محدد (goals, ends) ، وبناء على هذه النتائج ومقارنتها ببعض يتم إختيار البديل الأفضل ، وإتخاذ قرارات ناجحة يتطلب إعتبار كل من الوسائل means اللازمة لتنفيذ هذه للقرارات وكذلك الأهداف للرغوب تحقيقها ، مثل هذه الأهداف قد تكون أهداف نهائية وقد تكون أهداف وسيطة لتحقيق أهداف أخرى نهائية ، وفى قرارات الأعمال هناك فترة من الزمن بين إتخاذ القرار وبين تحقيق الهدف من إتخاذها . ومن أجل هذا فإن متخذ القرار يجب أن يأخذ فى إعتباره كل ردود الفعل التى يمكن أن تترتب على إتخاذ قرار ما ، وذلك إن القرار المتخذ اليوم

يخلق ردود فعل مستقبلية يصعب التنبؤ بها . بعضها مرغوب والبعض الآخر غير مرغوب ، ولعل ذلك يقود إلى القول بأن القرار الجيد يحتاج إلى فحص أكبر قدر من المعلومات التي يجب أن تكون في متناول متخذ القرار في الوقت المناسب وبالدرجة المطلوبة وبالشكل الملائم .

• وهناك ثلاثة مقومات لازمة لأي قرار ، يمكن تلخيصها فيما يلي :

١ - مدخلات القرار decision inputs وهي تمثل للتغيرات والمعلومات التي يجب أن يأخذها متخذ القرار في الحسبان عند إتخاذ القرار ، وهنا تظهر أهمية وجود نظام للمعلومات يمكن أن يعتمد عليه في توفير مايلزم منها في الوقت وبالدرجة المطلوبة وبالتكلفة المعقولة.

٢ - ناتج أو مخرجات القرار decision outputs وهذه تمثل القرار ذاته ، أي الإختيار الذي يتم بواسطة متخذ القرار .

٣ - قاعدة أو قواعد القرار ، أي الأساس الذي يتم به الربط بين مدخلات ومخرجات القرار ، ويمثل ذلك في معيار أو معايير إختيار البديل أو البدائل الأفضل كما سيتم مناقشته في هذا البحث .

وطبقاً لهذه المقومات يتخذ صانع القرار - وهو المنظم أو المستثمر في حالتنا هذه - العديد من القرارات ، والقرار الجيد هو الذي يحقق الهدف Objective من إتخاذها ، ومثل هذه الهدف يستخدم أيضاً كمعيار لتقييم القرار ، هنا يلاحظ أن التقييم ليس للقرار ذاته وإنما للأهداف التي يرجى تحقيقها ، ومن ثم فإن تغيير الهدف يؤدي دائماً إلى تغيير معيار تقييم القرار ولعل ذلك يقود إلى القول بأن تقييم القرارات يستلزم تقييم الأداء لنشاط معين ، ويواجه متخذ القرار ثلاث حالات رئيسية في مجال إتخاذ للقرارات ، يمكن تلخيصها على النحو التالي :

أولاً : حالات التأكد Certain Conditions :

إذا كان متخذ القرار قادر على تحديد ناتج كل بديل alternative أو سياسة على وجه الدقة ، فإن قراره يتمثل في إختيار البديل الذي يحقق أكبر عائد من بين البدائل المتاحة ، وذلك بفرض أن الهدف من القرار ، دالة الهدف ، هو التعظيم maximization أو البديل الذي يتحقق بأقل الأعباء الممكنة وذلك بفرض أن دالة الهدف هو التذنية ، التصغير minimization في مثل هذه

الحالات فإن متخذ القرارات يتعامل مع ما يعرف بحالات التأكد . لكن هل يمكن افتراض إمكانية تحديد ناتج كل بديل على وجه الدقة في كل الحالات التي تولجه متخذى القرارات ؟ الإجابة بالقطع بالنفي ، إذا ما هي الحالات الأخرى التي يمكن أن تولجه متخذى القرارات ؟ .

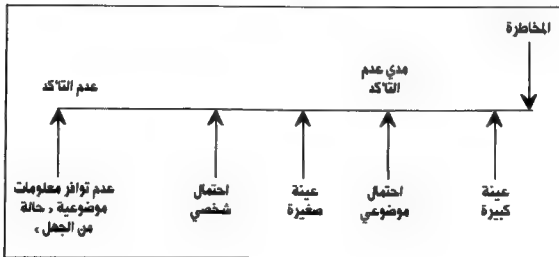
ثانياً : حالات المخاطرة Risk Conditions :

قد يواجه متخذ القرارات بحالات يمكنه فيه تحديد العائد من كل بديل من البدائل المتاحة ، ولكن ليس على وجه الدقة وإنما بإلتمال معين ، أى إمكانية تحديد التوزيع الإحتمالى Probability distribution – احتمالات موضوعية Objective Probability – للعوائد المتوقعة من البدائل المختلفة ، إن متخذ القرارات في مثل هذه الحالات يكون مولجها بإحدى حالات للمخاطرة .

ثالثاً : حالات عدم التأكد Uncertainty Conditions :

أما إذا واجهت متخذ القرارات حالات يصعب فيها تحديد التوزيع الإحتمالى الموضوعى للعوائد المتوقعة من البدائل المتاحة ، فهم إذا يكونوا مولجهين بحالات عدم التأكد أو حالات الجهل التام ، في مثل هذه الحالات يحاول متخذ القرار تكوين ما يعرف بالتوزيع الإحتمالى الشخصى Subjective Probability للعوائد المتوقعة ، ويتم ذلك اعتماداً على خبرته وخبرة من يمكن أن يستخدم في هذا المجال .

ويمكن توضيح العلاقة بين حالات المخاطرة وحالات عدم التأكد على النحو التالي :



ونظراً لأن متخذ القرارات في ظل حالات التأكد يكون على علم بالعائد من كل بديل من البدائل المتاحة على وجه الدقة ، فإنه يعمل على تحقيق أو الحصول على البديل المثالي ، أكبر دخل أو عائد ، فهو في مجال يمكنه من تحقيق أفضل الحلول optimization ، للثالثة ، أما في حالات المخاطرة فإن متخذ القرارات يعمل على الحصول أو تحقيق درجة إشباع Satisfaction لمستوى طموح معين في ظل الظروف المحيطة بقراره ، ويرجع ذلك إلى أنه لا يملك المتوقع من كل بديل إلا بدرجة احتمالية معينة وليس على وجه اليقين كما في حالات التأكد ، وفي حالات عدم التأكد حيث لا معلومات موضوعية ولا حقائق يمكن التعويل عليها بشئ من الثقة ، فمتخذ القرار يجب أن يكون محافظاً Conservative في إتخاذ قراره .

هناك العديد من الأساليب التي يمكن توظيفها في إتخاذ القرارات في كل من الحالات السابق مناقشتها ، والتي يمكن أن تكون ذات فعالية خاصة في ظل إستخدام الحاسبات الإلكترونية وأنهم هذه الأساليب إنتشاراً هي :

١ - حالات التأكد :

وفيها يمكن إستخدام البرمجة الخطية Linear programming والتحليل الحدي Marginal analysis ، وتحليل التعادل Cost volume profit analysis .

٢ - حالات المخاطرة :

وهنا يمكن توظيف البرمجة الخطية وتحليل الحساسية L.P. and Sensitivity analysis تحليل التعادل Cost Volume - Profit analysis ، شجرة القرارات Descision Tree ، الإحتمالات الموضوعية Objective Probability .

٣ - حالات عدم التأكد :

وفي ظلها يمكن إستخدام الإحتمالات الشخصية Subjective Probability ، نظرية القرارات Decospom Theory ، نظرية اللياريات Game Theory ، وأسلوب المحاكاة Simulation .

وقد تتشابه المنشآت والوحدات الإقتصادية من حيث طبيعة النشاط وحجم رأس المال ومصادر تمويل الأنشطة المختلفة ، إلا أن مايفرق بني منشأة ناجحة وأخرى ليست على نفس المستوى من الكفاءة والفاعلية إنما يرجع إلى العنصر البشري فيها والذي يمثل المتغير الأكثر

أهمية في سبيل نجاح مشروع ما من عدمه وهو متخذ القرار في المشروع ، وما يتوافر لدى متخذ القرار من معلومات عن المشروعات المذيلة أو ظروف السوق .. إلخ ، يمثل مؤشراً هاماً في التنبؤ بما يمكن أن يكون عليه المستقبل ، كما أنه يمثل الخطوة الأولى والأساسية في سبيل إتخاذ قرار أكثر فاعلية .

٢ - تصنيف قرارات الإستثمار :

تتمثل قرارات الإستثمار - كما سبق الإشارة - في القرارات المتعلقة بالإتفاق الرأسمالي ، أي الخاصة بإيجاد طاقة جديدة أو زيادة حجم الطاقة المتاحة فعلاً ، أن قرار الإستثمار بالمفهوم السابق - شأنه في ذلك شأن القرارات الأخرى التي تتخذها الإدارة أو المنظمة - تتعامل مع المستقبل ، ومن ثم يصعب تصنيفها تحت الحالة الأولى من حالات إتخاذ القرارات وهي حالة التاكيد ، وأكثر من هذا فإنه في الحالات التي تعامل بإعتبارها ضمن حالات المخاطرة يوجد كثير من المتغيرات والعوامل التي يمكن تصنيفها ومن ثم دراستها في ظل حالة عدم التاكيد ، مع ذلك فإن الكثيرين لا يفرقون بين حالات المخاطرة وحالات عدم التاكيد عند معالجتهم لقرارات الإستثمار أو للمتغيرات التي يمكن أن تؤثر في مثل هذه القرارات .

وتتضمن قرارات الإستثمار ضرورة التعرض لكثير من المشاكل مثل مشاكل القياس ، التنبؤ بالمبيعات والتكاليف الخاصة بعدد من السنوات المقبلة في مواجهة حالة عدم توافر البيانات اللازمة لمثل هذا التنبؤ - حالات عدم التاكيد أو على أفضل تقدير حالات المخاطرة بالإضافة إلى مشاكل متمثلة في كيفية تحديد معدل العائد العادي وكذلك معدل تكلفة رأس المال - وذلك على سبيل المثال وليس الحصر . وبالرغم من هذه المشاكل وغيرها كثير ، فإن رجل الأعمال - كمتخذ للقرار - مازال مطالب بإتخاذ قرار ما إذا ما أراد الإستمرار في مزاولته نشاطه ، وقد يتطلب ذلك بالضرورة تطوير الأساليب والأدوات التي تساعد رجل الأعمال على إتخاذ القرارات الأكثر ملائمة وقد تمثلت تلك الأساليب - كما سبق الإشارة - في التنبؤ وأساليبه المختلفة ، نظريات إتخاذ القرارات في ظل المخاطرة وعدم التاكيد ، وكيفية التعامل مع البيانات في ظل هذه الحالات .. إلخ .

٣ - معايير اختيار الإستثمار الجيد في المشروعات التي تهدف إلى الربح :

تتمثل الموازنة الإستثمارية والدراسات الخاصة بها في محاولة إيجاد إجابة واضحة على سؤالين رئيسيين ، هما :

- أي المشروعات المتاحة ينبغي القيام بها ؟

- عدد المشروعات التي يمكن الإستثمار فيها في ظل المناخ من الموارد ؟

تقليدياً ، فإن الإستثمار الجيد هو الإستثمار الذي يؤدي إلى تعظيم الدخل maximization ومن ثم تعظيم قيمة المنشأة ككل ، ومع ذلك فإنه يمكن القول بأن هناك الكثير من المعايير Criteria التي يمكن توظيفها لتقييم البدائل أو المشروعات المتاحة والتي يمكن الإختيار من بينها عند إتخاذ قرارات الإستثمار .

وسيقصر في هذا الجزء من البحث مناقشة معايير تقييم المشروعات التي تهدف إلى تحقيق الربح سواء كانت مشروعات خاصة أو عامة ، ملكية عامة .

وفيما يلي مناقشة أهم هذه المعايير :

١ - فترة الإسترداد Payback Period

ويمثل هذا المعيار في عدد السنوات المتوقعة لإسترداد الأموال المستثمرة في مشروع ما ، يعيب هذا المعيار أنه لا ينظر بعين الإعتبار إلى الإيرادات التي تتحقق بعد فترة الإسترداد ، كما أنه يتجاهل أهمية السيولة في المشروع ، تنقق النقدية ، ، أضف إلى ذلك أنه لا يقيس ربحية الإستثمار ، مما يضعف قيمته كمعيار لإختيار الإستثمار الجيد ، وهناك من يرى أن فترة الإسترداد هذه يجب أن تمثل المدة التي تغطي فيها صافي التدفق النقدي من المشروع مبلغ الإستثمار الأصلي ، ويعني هذا أن فترة الإسترداد تهتم فقط بالعائد النقدي ومن ثم فإن مقابل الأهلاك ، على سبيل المثال ، يتم تجاهله عند حساب فترة الإسترداد لأنه لا يمثل مصروف أو عبء نقدي .

مع هذا يمكن القول بأنه يمثل معيار معقول في ظل ظروف التضخم وإتجاه قيمة وحدة النقد إلى الإنخفاض بإستمرار ، وهو الإتجاه السائد في ضوء الظروف الإقتصادية الحاضرة ، كما إنه

يمتاز بالسهولة بالإضافة ، فإنه يمكن أن يستخدم في تحديد معدل العائد التقريبي Rate of return وذلك بشرط توافر الآتي :

١ - إذا كان صافي التدفق النقدي طوال العمر الإنتاجي للاستثمار ثابت أو يمكن إعتباره ثابتاً.

٢ - أن يكون العمر الإقتصادي للاستثمار يعادل على الأقل ضعف فترة الإسترداد .
وفي ضوء هذين الشرطين ، فإن معدل العائد يمكن حسابه على النحو التالي :

فترة الإسترداد

أما إذا كان العمر الإقتصادي للمشروع لايزيد عن فترة الإسترداد فليس هناك عائد على هذا الإستثمار .

٢ - صافي القيمة الحالية (NPV) : Net Present Value

أي القيمة الحالية للعائد المتوقع الحصول عليه أو القيمة الحالية للتدفقات النقدية Cash inflows المقررة للمشروع الإستثماري ، مخصومة بمعدل خصم ملائم ، ثم إستبعاد تكاليف الإستثمار منه ، وهذا المعيار يفترض أن رأس المال المستخدم ينفق دفعة واحدة عند بداية حياة المشروع وهو ما يخالف الواقع في كثير من الإستثمارات إن لم يكن معظمها ، ويمكن معالجة ذلك بالحصول على القيمة الحالية لتكاليف الإستثمار المختلفة ، الأموال المستثمرة ، مخصومة بمعدل خصم ملائم كما في حالة العائد المتوقع أو التدفقات النقدية المتوقعة .

٣ - معدل العائد الداخلي أو الضخ بالمنشأة Internal rate of return

أي معدل الفائدة الذي يساوي القيمة الحالية للعائد المتوقع أو للتدفقات النقدية المتوقعة مع تكاليف الإستثمار أو القيمة الحالية للأموال المستثمرة ، ويمكن شرح هذا المعيار على أنه معدل الخصم الذي يساوي القيمة الحالية للمشروع بصفر ، وذلك بإفتراض أن القيمة الحالية لأي إستثمار ، مشروع ، تساوي القيمة الحالية للعائد المتوقع من هذا الإستثمار مستبعداً منها القيمة الحالية للأموال المستثمرة كتكاليف للإستثمار ، وواضح أن هذا المعيار يتجنب البحث عن معدل خصم ملائم كما في المعايير السابقة ، ومن ثم يتلافى كثير من الصعوبات خاصة في

ظل ظروف المخاطرة وعدم التأكد ، ويتم تحديد معدل العائد الداخلى بطريقة التجربة والخطأ وذلك بإستخدام معدلات مختلفة حتى يمكن الوصول إلى المعدل الذى يحقق المساواة السابق الإشارة إليها .

٤ - صافي القيمة النهائية للمشروع (Net Terminal Value (NTV :

وهى صافى ما يضيفه هذا الإستثمار على مجموع الأموال التى يمكن أن تكون فى متناول المستثمر لو لم يتم بتنفيذ مثل هذا المشروع ، ويكون ذلك فى نهاية فترة العمر الإنتاجى المقدر لنشاط المشروع ، ولعل مجموع الأموال التى يمكن أن تكون فى متناول المستثمر فى مثل هذه الحالة تتمثل أساساً فى الموارد المتاحة أصلاً مضافة إليها مقابل العائد العادى ، سعر الفائدة السارى ، خلال للدة المقررة لنشاط المشروع فى حال إقامته .

وهكذا يمكن القول بأن هذا المعيار يمثل زيادة العائد المتوقع من إستثمار ما عن العائد للمكن الحصول عليه من الفرصة البديلة .

٥ - دليل الربحية (أو معدل العائد - التكاليف ؟

وهى القيمة الحالية للعائد المتوقع أو للتدفقات النقدية للوقعة Profitability index or Benefit / Cost ratio مخصومة بمعدل تكاليف رأس المال ، أى معدل إقتراض رأس المال ، ، منسوبة إلى القيمة الحالية للأموال المستثمرة مخصومة بنفس المعدل ، ويمكن الإشارة إلى أن هذا المعيار يشبه معدل العائد على رأس المال للمستثمر return of investment ، فالإستثمار الذى يعطى أعلى معدل للربحية أو أعلى معدل للعائد على رأس المال للمستثمر يمثل أفضل البدائل أو الإستثمارات المتاحة .

لكل من المعايير السابقة مميزات وعيوب ، وإختيار المعيار الأمثل يتوقف على ظروف الإستثمار ذاته ، درجة عدم التأكد التى يتعامل معها متخذ القرار ، مدى القدرة على التنبؤ وحجم للعلومات المتاحة ، القدرة على التحكم فى المتغيرات الأخرى ولتى يمكن أن تؤثر على قرار الإستثمار ، ومع ذلك فإنه يمكن القول إلى أن بعض المعايير السابقة - كما سبق الإشارة فى حينه - يتجاهل مركز السيولة أو تدفق النقدية Cash flows وأهميته فى تقييم القرار الإستثمارى .

التحذيرة أمر ليس من السهل تحديده أو تصوره ، فهو يعنى التغير فى التقبيرة المتاحة خلال كل فترة زمنية نتيجة إقامة المشروع الإستثمارى ومزاولته للنشاط ، وهذا التغير قد يقاس بالتغير فى رأس المال العامل Working Capital أو التغير فى الإعتمادات المخصصة للإنفاق الإستثمارى Funds ، إن كلا للفهومين قد لا يختلفا إذا كانت للبالغ المحصلة Receivables وللبالغ المدفوعة Payables فى الفترات المختلفة ، القادمة ، تسجل فى الوقت الحاضر بقيمتها الحالية Present value .

وبالنسبة لمعدل العائد على رأس المال المستثمر فإنه يعيبه إفتراض أن الدخل المحقق من المشروع يمكن تشغيله وإستثماره عند نفس معدل العائد الذى يتم به إستثمار المال الأصلى ، وكذلك فإن هذا الأسلوب يتجاهل حجم الإستثمار المثلث والذى يجب التقيد به بمعنى أن الدخل المحقق من المشروع قد لا يتم إستثماره بالمره فى هذا المشروع أيا كان حجم هذا الدخل ، وفى ضوء ماسبق فإن هناك ثلاثة إعتبارات يجب أخذها فى الحسبان للحكم على إستثمار معين وهى :

١ - حجم الإستثمار .

٢ - العمر الإقتصادى للإستثمار .

٣ - العامل الزمنى لتدفق العائد المتوقع .

من هذا المنطلق فإن صافى القيمة الحالية كمعيار أساسى فى إتخاذ القرارات الإستثمارية يفضل لعدم تجاهله مركز السيولة وتدفق التقبيرة الناشئ من الإستثمار .

إن إتخاذ قرار إستثمارى معين لايعنى أن ينتهى الأمر بإختيار البديل الأفضل طبقاً لمعيار من المعايير السابقة ، أو بإستخدام أكثر من معيار فى آن واحد بالرغم من تعارض النتائج لبعض هذه المعايير كما يفضل البعض هذا ويمكن الإشارة إلى أن أى قرار إستثمارى يخلق مشكلتين رئيسيتين يمكن أن يقودا إلى فشل القرار ما لم يتخذ المستثمر الحذر والحيطة الكافيتين وهما :

١ - مراقبة كيفية إنفاق الإعتمادات المخصصة لإقامة المشروع الإستثمارى ، وهل يتم الإنفاق طبقاً لما هو مقرر له أم لا ؟ إن مثل هذه المراقبة يقابلها صعوبات تتمثل فى عدم وجود خبرة سابقة فى تحديد حجم الإنفاق المطلوب وعدم وجود معيار متفق عليه لمطابقة

التخفات الفعلية لإنشاء مشروع ما وبين هو مقدر لإقامته قد يعنى خطأ فى التقدير الأولى لتكاليف الإستثمار ، أو تغير فى معدلات الأجور والأسعار ، أو نتيجة عدم الكفاية فى التنفيذ .

٢ - أن إختيار أفضل البدائل المتاحة يستلزم المقارنة بين العائد المتوقع وتكاليف تشغيل المشروع ، بالإضافة إلى الإنفاق الأولى ، والتي تتم على أساس تقيرى ، ومن ثم يجب إعادة النظر فى هذه التقديرات بمجرد بدء تشغيل للمشروع ، حيث يتم مقارنة النتائج الفعلية بالبيانات المقدرة ، وفى حالة وجود أى إختلاف لابد من دراسته والبحث عن أسبابه .

٤ - قرارات الإستثمار فى مشروعات المنافع العامة :

والآن ماذا حول دراسة الجدوى أو إتخاذ قرارات الإستثمار للمشروعات العامة والتي لا تهدف إلى تحقيق الربح ؟ إن الأسلوب الأكثر شيوعاً والذي يمكن أن يفيد فى مثل هذه الحالات ، بالرغم من الصعوبات التي تواجه إستخدامه هو أسلوب : تحليل التكاليف / العائد Cost Benefit Analysis .

إن هذا الأسلوب يتمثل فى ضرورة تحديد العوامل والمتغيرات التي يجب أن تؤخذ فى الحسبان عند الإختيار بين البدائل المتاحة ، خاصة عندما لا يكون الهدف هو تحقيق الربح . فعلى سبيل المثال ، إذا ما إشتعل القرار على ضرورة التعظيم maximization ، فلابد من تحديد ما يراد تعظيمه فى كل حالة من الحالات ، هل هو تعظيم درجة الإشباع عند المستهلك ، وما المقصود بالإشباع ؟ وأى فئات للجمع التي يراد تعظيم درجة الإشباع ورضاءها .. للجمع ككل ، مجموعة أو مجموعات معينة .. إلخ . أم هل هو تعظيم دخل الحكومة ممثلة للمجتمع ، والمقصود هنا بالدخل ؟ الدخل النقدي أم المنفعة العامة ، ثم كيف تقاس المنفعة العامة للمشروع وما المتغيرات التي يمكن أن تؤثر فى مثل هذا القياس .

تحليل نقطة التعادل كأحد أدوات التخطيط

لا تمثل عملية التخطيط المالي والفني والإداري في الوقت الحالي عملية كمالية (أي من الكماليات) وإنما هي ضرورة ملحة لتفادي الأزمات وللتنبؤ السليم بالأمكانات الحقيقية للتصريف والإنتاج ومن ثم لإيرادات وأرباح المنظمة ، أضف إلى ذلك أن أحد وظائف الإدارة الرئيسية هو التأكيد من الاستخدام الأفضل لموارد المشروع وأن أكبر عائد ممكن قد تحقق أو يمكن تحقيقه من توظيف هذه الموارد ، ويتم في هذا اللقاء مناقشة أسلوبين متكاملين للتخطيط وتحديد الموارد والأمكانات المطلوبة وكذلك أوجه التوظيف والاستخدامات المختلفة للموارد المتاحة وهما :

- تحليل التعادل Breakeven Analysis

- الموازنات الرقابية (أو التخطيطية) .

وفيما يلي مناقشة كل منهما وكيفية استخدامها في مجالات تخطيط الإنتاج والتنبؤ بالربح وحجم النشاط Cost / Volume / Profit

تحليل التعادل :

يمثل تحليل التعادل أو تحليل التكاليف / الحجم / الربح دراسة العلاقة بين المتغيرات التالية :

- أسعار المنتجات أو الخدمات .
- حجم أو مستوى النشاط .
- التكاليف المتغيرة للوحدة .
- مجموع التكاليف الثابتة .
- مزيج للبيعات أو الخدمات المقدمة .

ويعتمد الكثير من القرارات في المنظمة علي دراسة هذه العلاقة وأهم المجالات التي يمكن أن يخدم فيها هذا الأسلوب في التحليل هي :

- الاختيار للخدمات والأنشطة التي يمكن القيام بها .
- تسعير الخدمات المقدمة للعملاء .
- رسم سياسات التسويق لأنشطة وخدمات الشركة وتأثير ذلك علي تسعير هذه الخدمات .
- تحديد حد المساهمة لكل خدمة .

ومن ثم يمكن القول بأن تحليل التعادل يعتبر أساسا لتوفير ومد الإدارة ببيانات عن الربح والتكلفة وحجم النشاط مما يساعد في وضع السياسات وإتخاذ العديد من القرارات ، وترجع أهمية تحليل التعادل إلي أظهار كيفية تأثير التكاليف والربح للتغير في حجم النشاط ، والخطوة الأساسية للاستفادة من هذا الأسلوب في إتخاذ القرارات والتخطيط هو تبويب التكاليف طبقا لعلاقتها بحجم النشاط أي تقسيمها إلي متغير وثابت وأمكانية الفصل بين الجزء الثابت والجزء المتغير من عناصر التكاليف شبه الثابتة وشبه المتغيرة ، وفيما يلي مناقشة سريعة لكل مجموعة من مجموعات التكاليف السابقة :

التكاليف المتغيرة Variable Cost

تتمثل عناصر التكاليف المتغيرة في العناصر والبندود التي تتغير في مجموعها مع التغير في حجم النشاط الذي يقدم زيادة ونقصا (أي نفس إتجاه التغير في النشاط) ونفس النسبة ، فالعلاقة إذا بين حجم النشاط وحجم التكاليف المتغيرة علاقة طردية ، ومن ثم فإن أهم خصائص عناصر التكاليف المتغيرة في :

- أنها تتغير في نفس إتجاه لتغير في حجم النشاط .
- أن نسبة التغير في عناصر التكاليف تطابق نسبة التغير في حجم النشاط وذلك بافتراض ثبات المتغيرات الأخرى كمعدلات الأجور للجهد البشري أو معدلات الخصم أو الفائدة .
- ارتباط التكاليف المتغيرة بحجم النشاط أو الخدمات المقدمة دون الارتباط بعامل الزمن ، فالتكاليف للمتغيرة هي تكاليف تشغيل للطاقة وتصريف الإنتاج ومن ثم فإن قيمتها تساوي صفرا إذا كان حجم النشاط يساوي صفرا .

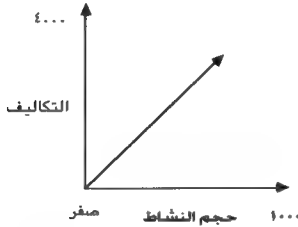
- أن نصيب وحدة الخدمة من التكاليف المتغيرة ثابتة ، حيث أنها تمثل :

$$\frac{\text{التكاليف للمتغيرة}}{\text{حجم النشاط}}$$

ويمكن توضيح هذه العلاقة كما يلي :

بيانات			حجم النشاط
١٠٠٠	٥٠٠	٣٠٠	
٤٠٠٠	٢٠٠٠	١٢٠٠	مجموع التكاليف للتغيرة \$
٤	٤	٤	التكلفة للتغيرة للوحدة

كما يمكن أن تظهر العلاقة بين التكاليف للتغيرة وحجم النشاط بيانيا في الشكل التالي:



التكاليف المتغيرة وحجم النشاط

Fixed Coast التكاليف الثابتة

تتمثل هذه المجموعة في عناصر التكاليف التي لا تتأثر في مجموعها بالتغير في حجم النشاط في حدود طاقة إنتاجية أو خدمية معينة ، مما دعا البعض إلى تعريفها بأنها تكاليف الحصول على الطاقة وإعدادها للاستخدام ، وأهم خصائص التكاليف الثابتة هي:

- أنها لا ترتبط بحجم النشاط ولا تتأثر بأي تغير فيه مادام ذلك في حدود الطاقة المتاحة والأماكن للتوفرة .
- أنها تكاليف زمنية ، فحدوثها مرتبط بحدوث الزمن وليس بحجم التشغيل أو الخدمات المقدمة كما هو الحال بالنسبة للإيجارات والاستهلاكات وتكاليف الجهود البشري الإداري... إلخ .

- أن نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة متغير ، فهو ينقص بزيادة حجم النشاط ويزيد بانخفاض حجم النشاط وذلك في ظل حجم معين من التكاليف الثابتة أو في ظل طاقة تشغيل محددة .

ويمكن توضيح ذلك كما يلي :

بيانات			حجم النشاط
١٠٠٠	٥٠٠	٣٠٠ وحدة	
٥٠٠٠	٥٠٠٠	٥٠٠٠	مجموع التكاليف الثابتة \$
٥	١٠	١٦,٦٧	نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة

كما يمكن توضيح العلاقة بين التكاليف الثابتة وحجم النشاط بيانيا كما في الشكل التالي :

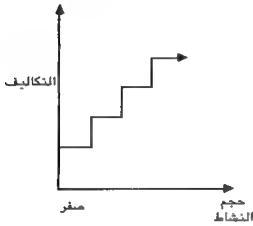


التكاليف شبه الثابتة (أو شبه المتغيرة) Semi - Fixed

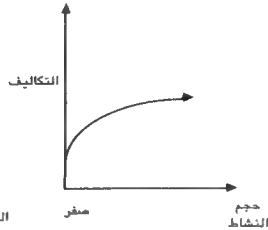
تمثل هذه المجموعة عناصر التكاليف التي تتغير مع التغير في حجم النشاط وفي نفس الاتجاه ولكن بنسبة أقل من نسبة التغير في حجم النشاط ، وأهم خصائص هذه العناصر أنها تحتوي علي جزئين من التكاليف ، جزء ثابت لا يتغير مع التغير في حجم النشاط أي مرونته صفر وجزء متغير أي يتغير مع التغير في حجم النشاط بنفس النسبة ، أي مرونته ١٠٠٪ وأنديماج الجزئين معا .

يقود إلى وجود عنصر جديد يتغير بنسبة أقل من نسبة التغير في حجم النشاط ، والنموذج لهذه المجموعة من التكاليف ، هي تكاليف الصيانة للمعدات والآلات والتي تحتوي على:

- جزء ثابت يتمثل في تكاليف الصيانة الدورية .
 - جزء متغير يتمثل في تكاليف الصيانة التي يستلزمها عملية التشغيل والتي تتغير بالتغير في حجم النشاط أو في عدد ساعات دوران الآلات والمعدات.
- ويمكن توضيح العلاقات بين التكاليف شبه الثابتة أو شبه المتغيرة وحجم النشاط بيانياً كما في الشكل التالي :



تكاليف متغيرة سليما



تكاليف شبه متغيرة تدريجيا

المطلوب أعطاء أمثلة :

ويوجد العديد من الأساليب للفصل بين الجزء الثابت والجزء المتغير في التكاليف شبه المتغيرة أهمها وأسهلها الطريقة الحاسبية والطريقة الأحصائية (أعطاء أمثلة رقمية) .

خريطة ونقطة التعادل :

يمثل تحليل التعادل كما سبق الإشارة ، دراسة العلاقة بين المتغيرات الثلاثة التالية : التكاليف والحجم والربحية أو الدخل ، أي العلاقة بين التكاليف الكلية مقسمة إلى تكاليف ثابتة وتكاليف متغيرة ، وحجم النشاط موضح بعدد وحدات الخدمات أو الوحدات المنتجة أو القيمة للعملاء والأرباح أو الدخل ممثل في عدد وحدات الخدمات المقدمة للعملاء مضروبا في سعر أو مقابل وحدة الخدمة (ثمن بيع الوحدة) ، ونقطة التعادل في ضوء هذا التحليل هي عدد الوحدات المباعة أو المقدمة للعملاء التي عندها يمكن لشركة ما أو للقسم المعني تغطية أعبائه المتغيرة والثابتة ، أي هي النقطة التي عندها يتساوى إيراد الشركة أو القسم مع التكاليف الإجمالية له ، أما خريطة التعادل فتوضح حجم الخسارة أو الربح عند مستويات النشاط المختلفة أي إيرادات الشركة أو القسم في ضوء حجوم نشاط متباينة وذلك في ظل فروض معينة .

فروض التعادل :

تتمثل أهم الفروض التي يعتمد عليها تحليل التكاليف / الحجم / الربح في :

- ١ - الفصل الدقيق بين التكاليف المتغيرة والتكاليف الثابتة .
- ٢ - ثبات مقابل الخدمات التي يقدمها شركة ما لعملائها (أسعار البيع أيا كان حجم هذه الخدمات .
- ٣ - ثبات تكاليف عناصر الإنتاج أو الخدمات كالعمالة والمواد الخ .
- ٤ - ثبات مستوى الكفاءة في تأدية الخدمات التي تقوم بها الشركة .
- ٥ - ضالكة التغير أو عدم وجود تغير في المخزون السلي أي أن يكون المخزون السلي في أول وفي آخر السنة عند مستوى واحد ، وبالنسبة للنشاط الخدمي فإن هذا الفرض غير ذي أهمية حيث لا يوجد مخزون سلع في هذا النوع من النشاط .
- ٦ - التعامل مع المتغيرات السابقة في ظل ظروف التأكيد Certainty أي أن البيانات عنها مؤكدة التحقق .

ويمكن تجميع الفروض السابقة في مجموعتين كما يلي :

أولا : خطية دوال التكاليف والإيرادات أي خطية العلاقة بين متغيرات تحليل التعادل ، ويعني هذا الفرض ثبات العلاقة بين عناصر التكاليف وحجم النشاط من جهة ، وبين

الإيرادات وحجم المبيعات من جهة أخرى .

ثانيا : حالة التكد ، وتعني أن هذا التحليل يتم في ضوء بيانات ومعلومات مؤكدة وغير خاضعة لظروف المخاطرة أو عدم التكد سواء فيما يتعلق بالتكاليف وعناصرها المختلفة أو بأسعار البيع أو بحجم المبيعات المنتظر توقعها خلال فترة التحليل !!

وفي ضوء هذه الفروض يمكن تحديد نقطة التعادل بالطرق التالية :

أ - طريقة معادلة الإيرادات والتكاليف (طريقة المعادلة أو الطريقة الحسابية) :

تعتمد هذه الطريقة على قوائم الدخل المعدة لتحديد نتيجة نشاط الشركة أو القسم للعني ، أو بما يعرف بمعادلة الإيرادات والتمثلة في :

الإيرادات = التكاليف المتغيرة + التكاليف الثابتة + الأرباح الصافية .

وكما سبق الإشارة فإن الربح الصافي عند نقطة التعادل يساوي صفرا ، ومن ثم فإن نقطة التعادل يمكن حسابها بإيجاد النقطة أو حجم النشاط الذي تتساوى عنده الإيرادات الكلية للشركة أو القسم مع مجموع التكاليف المتغيرة والثابتة .

مثال :

نفترض أن م يمثل حجم الخدمات أو عدد الوحدات من الخدمات التي تقدمها الآلة أو القسم أو الطائرة ، للعملاء وأن المقابل الذي يحصل عليه القسم أو الطائرة مقابل وحدة الخدمة ١٥٠ \$ ، وأن التكاليف المتغيرة للوحدة ٦٠ \$ وحدثت التكاليف الثابتة للطائرة بمبلغ ٣٦٠٠٠ \$ ، فإن عدد الوحدات أو حجم الخدمات (ركاب الطائرة) الذي يتحقق عنده نقطة التعادل للقسم أو الطائرة هو :

الإيرادات = التكاليف المتغيرة + التكاليف الثابتة + صافي الربح

$$١٥٠ م = ٦٠ م + ٣٦٠٠٠ + \text{صفر}$$

$$٩٠ م = ٣٦٠٠٠$$

م (عدد وحدات التعادل) =

$$\frac{٣٦٠٠٠}{٩٠}$$

$$= ٤٠٠ \text{ وحدة}$$

$$٩٠$$

$$\text{إيرادات التعادل} = ١٥٠ \times ٤٠٠ = ٦٠٠٠٠ \$$$

ب - طريقة هامش ربح الوحدة :

وهي تمثل أسلوباً آخر في تطبيق طريقة المعادلة التي تم مناقشتها في أ . لعله من المعروف أن كل وحدة خدمة مقدمة تعطي هامش ربح أو حداً من المساهمة يعرف بالمساهمة الحدية يستخدم في تغطية جزء من التكاليف الثابتة ، فهو يعبر عن مقدار ما تساهم به وحدة الخدمة أو النشاط للعني في تغطية التكاليف الثابتة لهذا النشاط ، وهذا يشير إلى أن حد المساهمة أو الربح الحدي هو الفرق بين الإيرادات والتكاليف المتغيرة التي ساهمت في تحقيق هذه الإيرادات ، ويتم استخدام هذا الأسلوب على النحو التالي :

وحدات التعادل =

التكاليف الثابتة

الربح الحدي للوحدة (أو حد المساهمة للوحدة)

حيث أن الربح الحدي للوحدة

= سعر بيع وحدة الخدمة - التكاليف المتغيرة لوحدة الخدمة

أما إيرادات التعادل =

التكاليف الثابتة

نسبة الربح الحدي (نسبة حد المساهمة)

= حجم النشاط أو عدد وحدات الخدمات التي تحقق حجم ربح معين =

التكاليف الثابتة + حجم الربح

الربح الحدي للوحدة

أما إيرادات النشاط التي تحقق حجم ربح معين =

التكاليف الثابتة + حجم الربح

نسبة الربح الحدي

وباستخدام للعدلات المذكور سابقاً في معالجة الأرقام المفترضة في المثال السابق
يمكن الوصول إلي النتائج التالية :

الربح الحدي للوحدة (حد للساهمة) = $150 - 60 = 90$ م \$

نسبة الربح الحدي =

90

$\%60 = 100 \times \frac{\quad}{150}$

150

إذا عدد وحدات التعادل =

36000

400 = وحدة

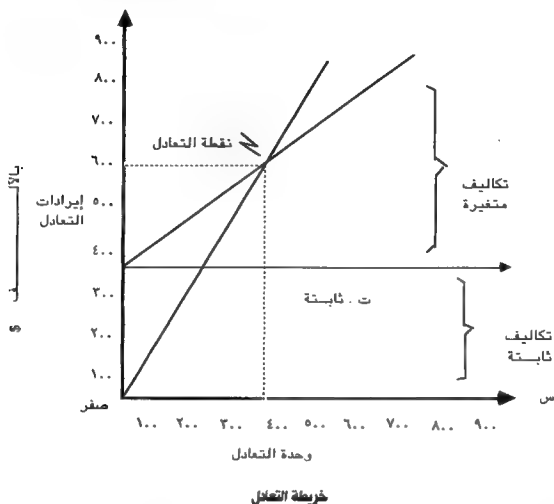
90

إيرادات التعادل = $60 \div 36000 = \$ 60000$

وهي نفص النتائج التي أمكن التوصل إليها باستخدام معادلة إيرادات وتكاليف
النشاط .

ج - الطريقة البيانية لتحليل أو خريطة التعادل :

بأستخدام الأرقام المفترضة في المثال السابق يمكن إعداد خريطة التعادل كما يلي :



تعرف نقطة التقاء أو تقاطع خط الإيراد مع خط التكاليف الإجمالية بنقطة التعادل ومنها يمكن معرفة عدد وحدات التعادل وإيراد التعادل كما يتضح من الرسم .

بالإضافة إلى أن إعداد خريطة التعادل يمكن من إمكانية تحديد عدد وحدات التعادل وإيرادات التعادل بيانياً ، فأنها توضح العلاقة بين التكاليف وحجم النشاط والإيرادات والأرباح عند أحجام مختلفة للنشاط ومن ثم فإن إعدادها يمد الإدارة بكثير من المؤشرات التي يصعب الحصول عليها باستخدام الأساليب غير البيانية .

هامش الأمان :

يتحدد هامش الأمان بمقدار زيادة حجم النشاط الحالي للشركة أو القسم عن حجم نشاط التعادل للقسم ، ويمكن أظهار هذه العلاقة كما يلي :

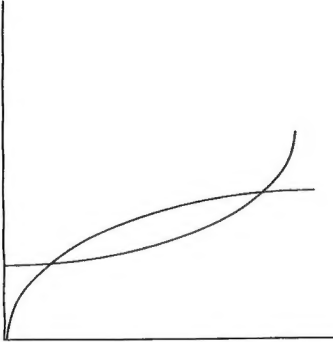
هامش الأمان = حجم النشاط الفعلي - حجم النشاط الذي يحقق التعادل كما أن نسبة هامش الأمان يمكن تحديدها كما يلي :

نسبة هامش الأمان =

$$\frac{\text{حجم النشاط الفعلي} - \text{حجم نشاط التعادل}}{\text{الربح الحدي للوحدة}} \times 100$$

تقييم تحليل التعادل (مناقشة) :

المطلوب شرح الرسم التالي :



* تحديد نقطة التعادل

مائة وتسعة عشر مهارة مقسمة إلى مناهج تدريبية متكاملة
مادة تدريبية علمية فائقة التخصص تم إعدادها في مجموعات للتقديم مباشرة تغطي معظم الإحتياجات التدريبية

المهارات الرئيسية

- | | |
|------------------------------|----------|
| ١/١٠ منهج الإدارة العليا | ٦ أجزاء |
| ٢/١٠ منهج المهارات القيادية | ٩ أجزاء |
| ٣/١٠ منهج المهارات الإشرافية | ٩ أجزاء |
| ٤/١٠ منهج المهارات الإدارية | ١٠ أجزاء |
| ٥/١٠ منهج المدير الفعال | ٩ أجزاء |
| ٦/١٠ منهج المهارات السلوكية | ٥ أجزاء |
| ٧/١٠ منهج النظم والأساليب | ٦ أجزاء |

أطلبها الآن :

- كل منهج في غلاف منفصل وشامل التمارين والحالات العملية .
- مجموعة متميزة من الإستقصاءات ومقاييس الإتجاهات السلوكية ونماذج التصريح الخاصة بها .
- نقترح عليك أن تحصل عليها في مناهج متكاملة لمجمود المتخصصة .

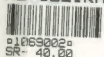
المهارات التخصصية

- | | |
|--|----------|
| ٨/١٠ منهج مهارات التدريب | ٦ أجزاء |
| ٩/١٠ منهج تنمية الموارد البشرية | ٧ أجزاء |
| ١٠/١٠ منهج مهارات السكرتارية | ١٠ أجزاء |
| ١١/١٠ منهج مهارات التسويق والبيع | ٨ أجزاء |
| ١٢/١٠ منهج المهارات المالية والمحاسبية : | |
| ١/١٢/١٠ الأساسية | ٦ أجزاء |
| ٢/١٢/١٠ المتقدمة | ٦ أجزاء |
| ٣/١٢/١٠ المتخصصة | ٧ أجزاء |
| ١٣/١٠ منهج المهارات التخصصية | ١٥ جزء |



مركز الخبرات المهنية للإدارة Professional Management Expertise Center

٢٢ شارع عامر - ميدان المساحة - الدقي - جيزة - جمهورية مصر العربية رمز بريدي ١٢٣١١ صندوق الم
هاتف/ فاكس : ٣٣٦٧٩٦٠ (٢٠٢) - ٣٦١٠٢٩٨ (٢٠٢) - ٣٦١٠٣١٧ (٢٠٢)



موقعنا على الإنترنت www.pmec.com.eg

البريد الإلكتروني : pmec@ids.com.eg